Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. W. Wachsmuth

Praeoperative und postoperative Funktionsanalyse bei in der lungenchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik in Würzburg von März 1954 bis Juli 1955 operierten Patienten.

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Olga Plhal
aus Leipnik

Würzburg 1956

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. W. Wachsmuth

Praeoperative und postoperative Funktionsanalyse bei in der lungenchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik in Würzburg von März 1954 bis Juli 1955 operierten Patienten.

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Olga Plhal
aus Leipnik

Würzburg 1956

Referent: Privatdozent Dr. med. H. J. Viereck

Korreferent: Professor Dr. med. W. Wachsmuth

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Tag der mündl. Prüfung:
20. Dezember 1956.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

1. Einleitung

Durch die Fortschritte der Thoraxchirurgie hat in den letzten Jahren auch die Lugenfunktionsprüfung an Bedeutung gewonnen.

Für die Auswahl des operativen Vorgehens ist es wichtig zu wissen, welche funktionellen Ausfälle postoperativ zu erwarten sind, und zwar sowohl im Hinblick auf den unmittelbaren postoperativen Zustand als auch auf den später zu erwartenden Leistungszustand der Lunge.

Die durch chirurgisches Vorgehen verursachten respiratorischen Funktionsveränderungen werden in der vorliegenden Arbeit mittels Prüfung der Vitalkapazität, des T i f f e n e a u - Testes sowie des direkt und indirekt ermittelten Atemgrenzwertes hinsichtlich des wenige Wochen nach dem Eingriff zu erwartenden Zustandes untersucht.

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung 5

2. Allgemeiner Teil 7

a) Die Vitalkapazität 7

b) Der Tiffeneau-Test 8

c) Der Atemgrenzwert 10

d) Untersuchungstechnik und Auswertung 13

3. Spezieller Teil 14

a) Zusammenstellung über Art und Anzahl der Operationen . 14

b) Die Änderung der VK unter dem Einfluß von Resektion, Dekortikation und Kollapsbehandlung 15

c) Die Auswirkung von Resektion, Dekortikation und Kollapsbehandlung auf den Tiffeneau-Test 24

d) Das Verhalten des direkten und indirekten Atemgrenzwertes unter dem Einfluß von Resektion, Dekortikation und Kollapsbehandlung 28

e) Nachuntersuchungen 39

4. Zusammenfassung 41

Tabellen . . . . . 45—58

Literatur 60

2. Allgemeiner Teil

a) Die Vitalkapazität

Seit Hutchinson mit der Erfindung des Spirometers auch die Vitalkapazität (VK) angegeben hat, ist ihre Bestimmung zur meistgebrauchten, weil auch einfachsten Prüfung der Lungenfunktion geworden.

Sie ist definiert als das maximale Luftvolumen, das nach tiefster Inspiration unabhängig von der Zeiteinheit ausgeatmet werden kann.

Da man bei einer Bestimmung der VK auch beurteilen wollte, wie weit die Leistung des einzelnen Patienten noch als normal anzusprechen oder bereits als eingeschränkt anzusehen war, bemühten sich in der Folgezeit zahlreiche Untersucher um die Ermittlung von Sollwerten. Wegen der Abhängigkeit der VK von Thoraxvolumen, Lungenelastizität und Atemmuskulatur versuchte man, diese Faktoren den Normalwerten zugrunde zu legen.

Die für die VK ermittelten Sollwerte basieren daher auf:

1. Körpergröße
2. Körpergröße und Körpergewicht
3. Körpergröße und Alter
4. Körperoberfläche
5. Grundumsatz.

Zur weiteren Beurteilung der VK sprechen Vaccarezza, Lemari, Soubrié und Alberti Werte von über 60% des Sollwertes als gut, zwischen 50% und 60% des Sollwertes als mittelmäßig, unter 50% des Sollwertes als herabgesetzt an.

Die Einschränkung der VK kann, wie es aus dem schon Gesagten hervorgeht, durch intra- und extrapulmonale Faktoren erfolgen. Bei den innerhalb der Lunge gelegenen Ursachen handelt es sich um Veränderungen des Parenchyms, wie Tumoren, Ödem, Atelektase, chirurgische Excisionen; Starre des Thorax, Pneumothorax, Pleuraadhäsionen, Schädigung motorischer Nerven, Schädigung des Atemzentrums, Schmerzen oder anderweitig bedingte mangelnde Mitarbeit des Patienten können als extrapulmonale Ursachen für die Herabsetzung der VK in Betracht gezogen werden. Daher ist die Minderung der VK allein kein Zeichen für eine Lungenerkrankung. Die VK gibt auch keinen Aufschluß über die funktionellen Reserven der Lunge, da bei ihrer Bestimmung die Beziehung zwischen Volumen und Geschwindigkeit der exspirierten Luft, die ein Kriterium für die Weite der Atemwege ist, unberücksichtigt bleibt.

Wichtig ist die Ermittlung des Sollwertes der VK für die Errechnung des entsprechenden Sollwertes für den Atemgrenzwert.

b) Der Tiffeneau-Test

Schon Volhard beschäftigte sich mit der Frage der Exspirationsbehinderung. Zur Prüfung des Exspirationsstoßes führte er das sogenannte Anemometer ein. Zusammen mit seinem Assistenten Raither wies er 1912 die vierfache Exspirationszeit bei Emphysem nach.

Im Jahre 1919 soll Strohl ebenfalls auf die Bedeutung des Exspirationsstoßes hingewiesen haben (nach Cara).

Weitere Bemühungen um die Prüfung dynamischer Größen der Atmung machte Hadorn, der 1936 ein Pneumoergometer und 1941 ein Pneumometer zur Messung des Exspirationsstoßes konstruierte und die Exspirationszeit zur Exspirationsluft in Beziehung setzte, aber keine feste Beziehung zur VK fand.

Nach Fleisch wird mittels des Pneumotachogrammes die Atemstromgeschwindigkeit während des gesamten Atemablaufes gemessen.

Auch Bock gab 1940 einen Atemstoßtest an.

Als nutzbarer Anteil der Vitalkapazität (capacité pulmonaire utisable à l'effort) wurde der Exspirationsstoß von Tiffeneau und Pinelli 1947 zu einem Test ausgearbeitet.

Unabhängig von Tiffeneau hat Gaensler den Test als „timed vital capacity" beschrieben. Auf Vorschlag Knippings spricht man im deutschen Sprachgebiet vom „Tiffeneau-Test." Er ist definiert als der nutzbare Anteil der VK, d. h. als das Luftvolumen, welches nach tiefster Inspiration forciert innerhalb 1 sec ausgeatmet wird. Es wird absolut in ccm und relativ in Prozent der VK gemessen. Der absolute Wert hängt ebenso wie andere spirometrische Größen von Alter, Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht, sportlichem Training sowie Willen des Patienten und Geschick des Untersuchers ab. Nach dem 50. Lebensjahr nimmt der Wert deutlich ab. Der in Prozent der VK angegebene Wert ist unabhängig von konstitutionellen Faktoren und bleibt bei gleichbleibenden bronchopulmonalen Verhältnissen für die Einzelperson konstant.

Normalwerte werden von allen Autoren über 70% der VK, für Jugendliche mit 75% der VK angegeben.

Einzelwerte:

Hirdes und Van Veen: 70% bis 80% der VK
Denolin u. M.: 70% bis 90% der VK
Bolt u. M.: 80% der VK
Kapferer: 77,5% der VK (± 4,72%)
Cugel u. M.: 84% der VK
Drutel: 82% der VK
Louyot, Girard, Sadoul u. Grillat: 83% der VK
Gaensler: 82,7% der VK
Bücherl: Männer 77,3% der VK (± 1,34%)
Frauen 82,3% der VK (± 1,36%)

Werte unter 70% der VK sind bei Gesunden nur sehr selten anzutreffen. Auch Werte über 90% der VK kommen nur nach großem Verlust von Lungengewebe vor, worauf Sadoul und Guillet hingewiesen haben. In anderen Fällen ist anzunehmen, daß die VK fehlerhaft bestimmt wurde (Kapferer).

Nach Gaensler muß bei Normalpersonen in drei Sekunden die gesamte VK ausgeatmet sein.

Der Tiffeneau-Test gibt also die Möglichkeit, die Dynamik der Lungenfunktion zu messen. Das Verhältnis des Tiffeneau-ccm-Wertes zum VK-ccm-Wert wird allein durch die Elastizität des Lungengewebes und die Weite des Bronchialsystems bestimmt.

Tiffeneau und Drutel fanden bei Untersuchungen über die Weite des Bronchialsystems während des Atemzyklus, daß die Erweiterung des Bronchialsystems schon durch einen geringen Teil inspiratorischer Muskelkraft erfolgt. Beim Übergang zum Exspirium wirkt die Kraft der Atemmuskulatur hingegen bronchokonstriktorisch, wobei die engste Stelle in den Bronchioli terminales gelegen ist. Die schnelle Ausatmung ist durch diese Engstellung, die wiederum von der Elastizität der Bronchialwand abhängig ist, möglich.

Nur durch Schmerzen in Thorax und Abdomen wird der Test unbrauchbar gemacht.

Pathologische Veränderungen der Bronchen und des Lungenparenchyms verändern den Tiffeneau Wert, sowohl absolut als auch in seiner Relation zur VK.

Durch kollapstherapeutische Maßnahmen sowie durch Resektion von Lungenparenchym bleibt der relative Tiffeneau-Wert unverändert. Werden allerdings durch die Operation funktionsuntüchtige Parenchymteile ausgeschaltet, kommt es zu einer Zunahme des relativen Wertes. In manchen Fällen kann aber sogar der ccm-Wert ansteigen (Kapferer). Eine Verminderung des relativen Wertes wird durch ein postoperatives Emphysem z. B. nach Thorakoplastik oder Pneumektomie verursacht. Hinsichtlich der Operations-Indikation bedeutet ein Absinken des absoluten Wertes unter 1000 ccm eine Kontraindikation, wobei die Höhe der VK gleichgültig ist, da ein Atemgrenzwert unter 30 Liter riskant wird (Birath u. Crafoord). Ebenfalls ist bei einem Prozentwert unter 50% der VK Vorsicht geboten (Kapferer). Schmidt, v. d. Broek und Scherrer ziehen diese Grenze bei 45% der VK. Bücherl bezeichnet die Ermittlung des nutzbaren Anteils der VK (NAVK) als die zuverlässigste Beurteilung der Lungenfunktion. Auch fand er, daß der Test für die Patienten nicht anstrengend sowie leicht zu begreifen war.

Zur Ausführung des Testes wird der Patient an das große Spirometer angeschlossen. Nach einigen ruhigen Atemzügen und maximaler Exspiration inspiriert er maximal und exspiriert nach etwa einer Sekunde auf Kommando so schnell und ausgiebig wie möglich. Bei einer

Umlaufgeschwindigkeit des Kymographen von wenigstens 0,5 cm/sec wird die Prüfung insgesamt dreimal durchgeführt.

Die Bedeutung des Tiffeneau-Testes liegt also vor allem darin, daß durch diese Probe die funktionellen Reserven ohne große Mühe für Patient und Untersucher verläßlich bestimmt werden können.

Zwei Vorausetzungen sind vor allem für eine maximale Ventilation wichtig:

1. das durch Messung der VK bestimmte Volumen, welches die Versuchsperson in einem Atemzug bewegen kann;
2. die Geschwindigkeit, mit der dieses Volumen ausgeatmet werden kann. Dabei spielen wiederum zwei Faktoren eine Rolle, nämlich einmal der Widerstand, den Thorax und Lunge der Änderung ihrer inspiratorischen Stellung entgegensetzen und zum anderen der Widerstand innerhalb der Atemwege.

Von ihnen hängt die zur Ausatmung benötigte Zeit ab.

Bei Bestimmung der VK wird lediglich das maximale Atemvolumen gemessen; der Patient hat jedoch genügend Zeit zur Verfügung, um dieses maximale Volumen zu exspirieren. Er kann also auch im Falle eines großen Widerstandes eine normale Luftmenge ausatmen. Die Leistungsfähigkeit der Lunge ist aber in diesem Falle trotz der normalen VK gering, da im Belastungstest (wie es auch bei der Ermittlung des Atemgrenzwertes zutage tritt), durch die Länge der Exspirationszeit bedingt, keine ausreichenden Funktionsreserven gemessen werden. Durch den Tiffeneau-Test kann nun sowohl Volumen als auch Dauer der Exspiration geprüft werden.

Von Bedeutung ist jedoch vor allem die erste Sekunde der Exspiration, da während derselben, wie schon oben erörtert wurde, etwa 80% der VK ausgeatmet werden. Da die normale Atemfunktion sowohl von einem ausreichenden Atemvolumen als auch von dem Fehlen eines vergrößerten Widerstandes abhängt, kann man durch den Tiffeneau-Test die Leistungsfähigkeit des Respirationssystems prüfen.

c) Der Atemgrenzwert

Der direkt bestimmte Atemgrenzwert (AGW) wurde erstmalig 1933 von Hermannsen angegeben. Er wird definiert als die größtmögliche Luftmenge, die innerhalb einer Minute ein- und ausgeatmet werden kann.

Durch die Messung des AGW ist die Beurteilung der funktionellen Reserven der Lunge möglich, da in diesem Test, im Gegensatz zur VK, die in der Zeiteinheit exspirierte Luftmenge bestimmt wird, wodurch ein Schluß auf die Leistungsfähigkeit unter Belastung möglich ist.

Auf die Abhängigkeit des AGW von Atemfrequenz (AF) und Atemvolumen (AV) wiesen Hermannsen, Böhme sowie Borgard und Hermannsen hin.

Von den drei Möglichkeiten der Bestimmung:

a) unter schwerer Arbeit,
b) Unter CO_2-Atmung,
c) unter forcierter Atmung

ergab die dritte Methode die besten Werte und fand daher in die routinemäßige Prüfung Eingang.

Über die einzuhaltende AF sind jedoch die Ansichten geteilt. Jansen, Knipping und Stromberger wiesen darauf hin, daß ein Optimum zwischen maximaler AF und maximalem AV liegt. Böhme spricht eine AF von 60 bis 80 min bei einem AV von 45% der VK als optimal an, ebenso Bernstein, D'Silva und Mendel. Heine, Benesch und Hertz sowie Heine und Hell geben dem Patienten nur wenig Vorschriften über die AF und das AV, da sie die Möglichkeit der Kompensation zur Erzielung optimaler Werte offen lassen wollen. Sie finden, daß der Patient selbst eine AF von 50/min bei einer AV von 50% der VK wählt. Björk gibt bei einer AF von 40 bis 70/min maximale Werte an. Denolin u. M. bei einer AF von 80 bis 100/min. Warring jr. bei 60/min; Geelen findet eine AF = 100/min optimal, benutzt aber aus praktischen Gründen eine AF von 35/min. Rossier lehnt eine AF über 50/min als unbrauchbar ab. Er befürwortet, die Patienten in zwei Versuchen mit selbstgewählten Frequenzen atmen zu lassen. Bücherl sprach sich in einer neuen Arbeit für eine Frequenz von 30–32 min aus. Er begründet seine Ansicht mit der Feststellung, daß der inspiratorische Anstieg sowie der exspiratorische Abfall jeweils 1 sec linear verlaufen. Er führte zwei Prüfungen des AGW durch, wobei der Patient zuerst die AF von 30 min einhielt, im zweiten Test sie jedoch selbst wählen konnte. Bücherl gibt zu, daß mit einer höheren AF bessere Leistungen im AGW erzielt werden könnten, daß jedoch infolge vermehrter Totraumbeatmung die funktionelle Residualluft ansteigt.

Die zeitliche Dauer der Prüfung des AGW wurde zunächst von Knipping u. M. mit einer möglichst schnellen In- und Exspiration, kurze Zeit später mit Atmung über 10 sec angegeben. Böhme ließ die Patienten über 15 bis 30 sec forciert atmen. Diese Dauer wurde dann von den meisten Autoren beibehalten. So führt Comroe den Test über 15 sec, Warring jr. über 30 sec, Zaepef über 20 bis 30 sec durch.

Die Normal- bzw. Sollwerte sind neben der Abhängigkeit von AF und AV von konstitutionellen Faktoren, wie Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht und Alter bestimmt. Auch Art der Apparatur und Geschick des Prüfers spielen eine Rolle. Daher wurden in der nordamerikanischen Literatur für jedes Labor eigene Sollwerte verlangt.

Nach Gaubatz gilt die VK als Grundlage für die Berechnung des Soll-AGW; bei Tuberkulosekranken wird ein Wert von 15 x VK bis 22 xVK als Norm angesehen. Hertz gibt einen Sollwert von 32 xVK an.

Baldwin errechnet den Wert für

Männer = 86,5 — (0,522 mal X mal Alter)
Frauen = 71,3 — (0,474 mal X mal Alter)
X = qm Körperoberfläche

Weitere auf der VK basierende Werte sind mit 25 x VK bis 35 x VK von Comroe, 25 x VK von Heine u. M., von Matheson u. M. mit 32 x VK angegeben.

Absolute Angaben stammen von Hermannsen, Borgard und Hermannsen, Borgard, Matthiesen und Zaeper und liegen zwischen 80 und 150 Liter; Baldwin u. M. geben 126 Liter, Cournand 154 Liter, Gray und Green 169 Liter (nach Bücherl) für Normalpersonen an.

Wie bereits Hermannsen hervorhob, sinkt der AGW etwa vom 45. Lebensjahr ab, und zwar bei Untrainierten stärker als bei Trainierten. Mit Rücksicht darauf wird nach Gaubatz der Sollwert für diese Personen mit 8 bis 10 x VK angesetzt.

Die Ermittlung des AGW wird übereinstimmend als eine der wichtigsten Untersuchungsmethoden der Spiometrie bezeichnet. Im Bericht der amerikanischen Trudeau-Gesellschaft 1950 wird er mit Anamnese, physikalischer Untersuchung und Röntgenuntersuchung hinsichtlich seines Wertes auf eine Stufe gestellt und als die wichtigste spirographische Größe angesprochen.

Der indirekte AGW wurde 1953 von Cara und Sadoul angegeben. Er wird von diesen und anderen Autoren, empirischen Werten gemäß, als das Dreißigfache des absoluten Wertes aus dem Tiffeneau-Test errechnet (Denolin u. M.; Drutel und Tiffeneau; Matheson, Spiess, Gray und Barnum; D'Silva; Hirdes u. Van Veen).

Von D'Silva wird er sogar als der einzig gültige AGW bezeichnet, da bei der direkten Bestimmung die Unsicherheitsfaktoren zu groß seien. Auch soll die Belastung des Patienten und die Gefahr der Keimverschleppung innerhalb der Bronchen, die bei forcierter Atmung droht, geringer sein (Kapferer).

Der zugehörige Sollwert wird nach Kapferer nach der Überlegung, daß der Mensch unter Belastung 80% seiner VK atmen kann, als $\frac{VK \times 80}{100} \times 30 = 24$ VK angesetzt.

Bücherl fand bei Gesunden eine gute Übereinstimmung zwischen direktem und indirektem AGW; bei Kranken war der indirekte AGW jedoch viel höher. Bücherl vermutet, daß „die Atmungsarbeit infolge eingeschränkter Herz- und Kreislauffunktion eine erhebliche Belastung darstellt, die auch innerhalb kurzer Zeit nicht geleistet werden kann“ (Zit. nach Bücherl).

Otis stellte fest, daß bei der Bewegung größerer Atemminuten volumina gegen Widerstände der Sauerstoffverbrauch für die Atmungsarbeit beträchtlich ist.

d. Untersuchungstechnik und Auswertung.

Bei den vorliegenden Ergebnissen handelte es sich um die Auswertung von routinemäßigen Lungenfunktionsprüfungen von 158 Patienten, die in der Zeit von März 1954 bis Juli 1955 operiert wurden. Die Prüfung erfolgte mittels des Spirometers „Pulmotest" im Rahmen der klinischen Untersuchung. Es wurde jeweils die letzte Funktionsprüfung vor der Operation sowie der letzte Funktionstest vor der Entlassung aus stationärer Behandlung verwendet. Außerdem wurden die Funktionsprüfungen von Patienten, die später ambulant nachkontrolliert werden konnten, zusammengefaßt.

Alle Werte wurden bei liegenden Patienten bestimmt.

Die **VK** wurde in der üblichen Weise geprüft und in ccm gemessen. Der relative Wert in Prozent des Sollwertes wurde nach empirischen Werten von Gaubatz, die Körpergröße, Alter sowie Geschlecht berücksichtigen, errechnet.

Der **Tiffeneau-Test** wurde in 3 Versuchen in der üblichen Weise durchgeführt und absolut in ccm sowie relativ in Prozent der VK ausgewertet. Der absolute Wert wurde vor allem für die Ermittlung des indirekten Atemgrenzwertes verwendet.

Die Bestimmung des **direkten Atemgrenzwertes** erfolgte über 30 sec bei einer AF von 28 bis 34/min. Der AGW wurde in seinem absoluten Wert in Liter, in seinem relativen Wert in Prozent des Sollwertes ebenfalls nach empirischen Werten von Gaubatz errechnet. Sie entsprechen einem Wert von 20 x VK in Abhängigkeit von Alter, Körpergröße und Geschlecht. Bei Patienten, die älter als 45 Jahre waren, wurde der Soll-AGW mit 10 x VK angesetzt.

Der **indirekte AGW** wurde aus dem absoluten Wert des Tiffeneau-Testes durch Multiplikation mit 30 bestimmt. Der relative Wert bezieht sich ebenfalls auf die von Gaubatz angegebenen Sollwerte.

Bei der Beurteilung von VK und AGW wurden neben den Sollwerten auch die auf den praeoperativen Stand bezogenen Prozentwerte (praeoperative Höhe = 100%) errechnet. Maurath weist darauf hin, daß bei schon anfänglich niedrigem AGW ein Verlust von wenigen Litern viel schwerer wiegt als die gleiche absolute Minderung bei einem hohen Anfangswert. Er empfiehlt daher die Angabe der Veränderung in Prozent des praeoperativen Wertes.

3. Spezieller Teil

a) Zusammenstellung über Art und Anzahl der Operationen

Resektionen.

Pneumektomie.

Bei 17 Patienten wurde eine Pneumektomie durchgeführt, in 4 Fällen rechts und in 13 Fällen links. Zwei dieser Patienten waren bereits vor 4 bzw. 5 Jahren kollapstherapeutisch behandelt worden, so daß bei ihnen die Resektion unter Thorakoplastik erfolgte.

Die Indikation zur Pneumektomie wurde bei 12 Patienten wegen eines Bronchialkarzinoms, bei 4 Patienten wegen Lungentuberkulose (destroyed lung), bei 1 Patienten wegen abszedierender Pneumonie gestellt.

Bilobektomie.

In 12 Fällen war eine Bilobektomie notwendig. Es wurde siebenmal der rechte Ober- und Mittellappen, zweimal der linke Unterlappen mit Lingula, einmal der linke Oberlappen mit Lingula und einem Keil des Unterlappens reseziert.

Bei einer weiteren Patientin erfolgte die Entfernung des rechten Ober- und Mittellappens unter Thorakoplastik. Schließlich wurde bei einer Patientin nach Resektion des linken Unterlappens mit Lingula wegen Insuffizienz des Bronchialstumpfes eine Empyemthorakoplastik 5—10 durchgeführt.

Pathologisch-anatomisch handelte es sich bei vier Patienten um Bronchiektasen, bei zwei Patienten um eine chronische Pneumonie, bei einem Patienten um ein Bronchialkarzinom, bei zwei Patienten um ein Adenom; bei drei Patientinnen lag eine Tuberkulose vor.

Lobektomie.

In 37 Fällen konnte die Auswirkung der Lobektomie auf die Lungenfunktion beobachtet werden. Bei 15 Patienten wurde der rechte Oberlappen, bei 6 Patienten der linke Oberlappen reseziert. Bei 3 Kranken war der rechte Mittellappen, bei 7 Kranken der rechte Unterlappen und bei 6 Kranken der linke Unterlappen getroffen. Nach 5 Lobektomien wurde in einer weiteren Sitzung ein Empyemthorakoplastik angeschlossen.

Es lag bei 5 Patienten ein Karzinom des Bronchus, bei 8 Kranken Bronchiektasie, bei 6 Patienten eine chronische Pneumonie, bei 15 Patienten eine Lungentuberkulose, bei 4 weiteren Kranken je ein Adenom, eine Metastase eines malignen Melanoms, ein Fall von Lymphogranulomatose sowie ein Grawitz-Tumor vor.

Segmentresektion.

Bei 24 Patienten wurde eine Segmentresektion vorgenommen. In 11 Fällen wurde ein Segment (3 Fälle: 2. Segment links; 4 Fälle: 2. Segment rechts; 3 Fälle: 6. Segment links; 1 Fall: 8. Segment links;), in 10 Fällen wurden zwei Segmente (6 Fälle: 1. und 2. Segment links; 2 Fälle: 1. und 2. Segment rechts; 1 Fall: 4. und 5. Segment rechts; 1 Fall 4. und 5. Segment links;) und bei 3 Patienten drei Segmente entfernt (1 Fall: 1. bis 3. Segment rechts; 1 Fall: 8. bis 10. Segment links; 1 Fall: 4. bis 6. Segment rechts).

Eine Tuberkulose lag bei 21 dieser Patienten vor, darunter 8 Tuberkulome. Zweimal handelte es sich um Bronchiektasen, bei einem Patienten wurde die Indikation wegen eines Lungenabszesses gestellt.

Bei einer Patientin, deren 1. und 2. Segment links reseziert wurde, war in einer weiteren Sitzung eine Empyemthorakoplastik notwendig.

Dekortikation.

Der Einfluß einer Dekortikation auf die Lungenfunktion konnte bei 3 Operierten verfolgt werden. In zwei Fällen handelt es sich um Tuberkulosekranke, einmal um einen Patienten mit Pleuraschwarte nach traumatischem Hämatothorax.

Kollapstherapie.

Pneumolyse.

Die Änderung der Lungenfunktion durch Pneumolyse konnte bei 48 Patienten verfolgt werden.

Thorakoplastik.

Bei 17 Patienten wurde eine Thorakoplastik vorgenommen. Es handelt sich um Spitzenplastiken, wobei in 10 Fällen die Scapulaspitze ebenfalls reseziert wurde.

b) Die Änderung der VK unter dem Einfluß von Resektion, Dekortikation und Kollapsbehandlung.

Resektionen. (Tabelle 1—5 und 9)

Pneumektomie.

Bei allen Patienten war schon vor der Operation die VK dem Sollwert gegenüber herabgesetzt. Der Durchschnittswert betrug bei 15 Patienten (die beiden Patienten mit vorangegangener Thorakoplastik werden gesondert gewertet) 64,1% des Sollwertes. Dazu verursachte die Resektion einen Verlust von 926 ccm = 23,9% des Sollwertes. Das bedeutet eine Einbuße von 40,5% des praeoperativen Wertes.

Einen besonders hohen Anteil an dieser Minderung zeigten jene 4 Patienten, deren rechte Lunge wegen eines Bronchialkarzinoms reseziert wurde. Sie verloren 1475 ccm = 31,4% des Sollwertes:

dies entsprach 54% des praeoperativen Wertes, also fast dem vollständigen funktionellen Wert der rechten Lunge. Hingegen forderte die Resektion der linken Lunge bei 11 Patienten im Durchschnitt nur 726 ccm = 19,3% des Sollwertes und somit nur 33% der vor dem Eingriff gemessenen VK.

Bei den beiden Patienten mit vorausgegangener Thorakoplastik belief sich der Verlust trotzdem auf 615 ccm = 16,2% des Sollwertes; demnach gingen 36% des praeoperativen Wertes verloren. Im einzelnen stieg die VK bei 17% der operierten Patienten an (Maximum: + 7,7% des Sollwertes), blieb bei 6% unverändert und sank bei den restlichen 77% ab. Die Einschränkung betrug bei 18% weniger als 20% des Sollwertes, bei 24% der Untersuchten zwischen 20 und 30% des Sollwertes, bei weiteren 35% über 30% des Sollwertes (Maximum: — 57,2% des Sollwertes).

Andere Untersucher fanden folgende Ergebnisse:

1. Gaensler und Strieder: — 32% des Anfangswertes;
2. Maurath: rechts — 760 ccm = 33% des Anfangswertes
   links — 970 ccm = 38% des Anfangswertes
   (8 bis 12 Wochen post operationem)
3. Salek, Kopecky und Vojik: — 39% des Anfangswertes:
4. Vargha: — 500 ccm = 15% des Sollwertes;
6. Rossier; Restwert von 46% des Sollwertes.

Ein Vergleich mit diesen Befunden ist nur bedingt möglich, da mit Ausnahme der Angaben von Maurath diese Funktionsprüfungen einen stationären Zustand wiedergeben. Auch betreffen sie zum Großteil jüngere, an Tuberkulose erkrankte Patienten, während die hier besprochenen, überwiegend von Karzinom befallenen Kranken in einem wesentlich höheren Lebensalter stehen und deshalb nicht mehr über die funktionellen Reserven verfügen, wie man sie bei jüngeren Menschen antrifft. Durch das bei den Karzinomkranken häufig feststellbare altersbedingte Emphysem gelingt diesen Patienten vielfach die Anpassung an die postoperativen Verhältnisse nicht mehr. Daher ist es wichtig, bei älteren Patienten in der praeoperativen Funktionsanalyse sorgfältig nach Zeichen eines Emphysems zu suchen. Ist eine Vermehrung der Residualluft von mehr als 30% der Totalkapazität vorhanden, und damit das Vorliegen eines stärkeren Emphysems erwiesen, muß von einer Operation Abstand genommen werden, da eine bedrohliche postoperative Atmungsinsuffizienz zu erwarten ist.

Bilobektomie.

Auch in dieser Gruppe war die VK schon praeoperativ auf 2280 ccm = 60% des Sollwertes reduziert. Der Anfangswert liegt also noch niedriger als bei den pneumektomierten Patienten. Der Verlust belief sich allerdings nur auf 720 ccm = 14,1% des Sollwertes = 31% der praeoperativen Höhe.

Nach der Resektion unter Thorakoplastik änderte sich die VK bei einer Herabsetzung um 3% des Sollwertes kaum, während die Resektion mit nachfolgender Thorakoplastik 630 ccm = 18,6% des Sollwertes erforderte und hier 25% des praeoperativen Wertes verlorengingen.

Die Einzelwertung ließ nur bei 8% der Patienten (1 Fall) einen Anstieg der VK, bei den restlichen 92% (11 Fälle) jedoch ein Absinken erkennen. Am stärksten wurde der Wert bei einem 55jähr. Karzinomkranken herabgesetzt, dem nach einem Verlust von 62% des Sollwertes nur ein Rest von 30% des Sollwertes verblieb.

Maurath fand bei 10 Patienten eine Herabsetzung um 880 ccm = 29% des Anfangswertes mit einem Maximum von 34% des Anfangswertes.

Lobektomie.

In der Gesamtwertung der 32 Fälle (ohne die Thorakoplastikfälle) betrug die VK vor der Operation 2708 ccm = 79,0% des Sollwertes, war also günstiger als vor Pneumektomie und Bilobektomie. Doch verursachte die Operation eine Minderung von 725 ccm = 21,1% des Sollwertes; dieser Verlust entsprach 26% des praeoperativen Wertes.

Bei der Resektion des rechten Oberlappens (14 Fälle) wurde die VK um 1114 ccm = 26,0% VK = 34% des Anfangswertes gemindert, während bei den 4 Resektionen des linken Oberlappens ein Verlust von nur 267 ccm = 8,2% des Sollwertes = 10% des praeoperativen Wertes eintrat. Zur teilweisen Deutung dieses großen Unterschiedes wäre zu erwähnen, daß bei der Resektion rechts 5 Karzinome, 8 Fälle von Tuberkulose und ein Fall von Lymphogranulomatose vorlagen, während es sich im linken Oberlappen mit einer Ausnahme (Hypernephrom) ausschließlich um Tuberkulose handelte. Auch waren die Patienten der ersten Gruppe im Durchschnitt etwas älter (40,7 gegenüber 38,5). Doch ist mit diesen Gründen die Differenz keineswegs ausreichend geklärt. Die Resektion des rechten Mittellappens (2 Patienten) erforderte 1170 ccm = 37,1% des Sollwertes = 54% des Anfangswertes, also den gleichen Verlust wie bei Pneumektomie rechts. Diese Minderung geht vor allem auf Kosten einer 38jährigen Bronchiektatikerin, deren VK um 60% des Sollwertes auf 24,3% des Sollwertes absank.

Besser waren die Ergebnisse bei der Resektion des rechten Unterlappens (7 Patienten). Die VK sank nur um 506 ccm = 13,6% des Sollwertes. Dies entsprach 22% des praeoperativen Wertes. Ebenso war die Minderung nach Resektion des linken Unterlappens mit 738 ccm = 21,9% des Sollwertes = 26% des praeoperativen Wertes nicht zu stark, zumal es sich bei der Unterlappenresektion in zwei Drittel der Fälle (8 Patienten) um Bronchiektatiker, sonst um Karzinome und chronische Pneumonie sowie nur einmal um Tuberku-

lose handelte. Das höhere Alter (39,6 gegenüber 34,9) der links resezierten Patienten mag zu dem stärkeren Verlust beigetragen haben.

Bei den fünf Patienten, bei welchen eine Thorakoplastik hinzugefügt wurde, ist an der VK keine stärkere Beeinflussung zu erkennen. Der Verlust von 644 ccm = 18,6% des Sollwertes = 26% des praeoperativen Wertes entspricht den übrigen Lobektomien, zumal mit Rücksicht auf das Durchschnittsalter von 41,6 Jahren.

Im einzelnen wäre als bemerkenswert neben der schon erwähnten Bronchiektatikerin ein Anstieg um 2,9% des Sollwertes (Endwert 74,2%) bei einer 19jährigen Patientin, bei der wegen Tuberkulose der rechte Oberlappen reseziert wurde, zu erwähnen.

Bei einer VK, die in ihrem Sollwert unter 45% liegt, hält Baldwin eine weitere Einschränkung für untragbar und meint daher, daß in einem solchen Fall die Operation abzulehnen sei. Diese Grenze wurde bei den hier operierten Patienten in der Regel eingehalten. Nur in zwei Fällen belief sich der niedrigste praeoperative Wert auf 44% bzw. 43,4% des Sollwertes. Postoperativ lag bei sechs Patienten der Wert unter 45%, wobei es sich durchwegs um Bronchiektatiker und Karzinomkranke handelte.

Auch Maurath findet bei seinen Patienten mit

780 ccm = 25% d. praeop. Wertes (linker Oberlappen)
950 ccm = 29% „ „ „ (rechter Oberlappen)
720 ccm = 22% „ „ „ (linker Unterlappen)
1300 ccm = 32% „ „ „ (rechter Unterlappen)
910 ccm = 33% „ „ „ (Mittellappen)

ziemlich starke Minderungen.

Durch eine zusätzliche Thorakoplastik hat sich bei seinen Untersuchungen die VK jedoch nicht verändert.

Maurath und Werber fanden eine Minderung um 1156 ccm, Maurath stellte bei einer früheren Untersuchung (1953) nur einen Verlust von 1000 ccm fest.

Gaensler und Strieder (1950) fanden eine Herabsetzung um 28% des praeoperativen Wertes.

Hirdes sah bei Spätkontrollen von 100 Fällen 5 Jahre nach dem Eingriff eine Verminderung der VK um 12%.

Bei 43 Lobektomien fanden Scherrer und Schmidt einen Verlust von 28% des Anfangswertes = 515 ccm. Es handelte sich allerdings dabei um Untersuchungen nach Erreichen eines stationären Zustandes.

Wenzl fand 1950 Minderungen von 800 bis 1000 ccm, Rossier und Bühlmann (ebenfalls 1950) Verluste von 1000 bis 1200 ccm bei Messungen, die wenige Wochen post operationem vorgenommen wurden. Geelen konnte bei 25 Lobektomien eine mittlere Abnahme um 430 ccm verzeichnen.

Rossier gibt in neueren Untersuchungen einen Restwert von 59% des Sollwertes an.

Vargha konnte vor der Operation 64% des Sollwertes messen und stellte eine Herabsetzung um 7% = 270 ccm fest. Bei Lobektomien mit nachfolgender Thorakoplastik fand er als höchste Minderung eine Einbuße von 664 ccm.

Die einzelnen Untersucher fanden also sehr verschiedene Ergebnisse. Die bei der vorliegenden Untersuchung festgestellten Werte zeigen aber hinsichtlich des Verlustes an praeoperativen Wert mit den Angaben von Maurath, Gaensler sowie Scherrer u. M. Übereinstimmung. Doch handelt es sich bei letzterem um eine Kontrolle 6 Monate post operationem, die daher mit unseren Werten nur bedingt vergleichbar ist.

Segmentresektion.

Bei der Gesamtwertung von 23 Patienten war sowohl hinsichtlich des Anfangswertes als auch der Minderung gegenüber der Lobektomie kein signifikanter Unterschied festzustellen. Der vor dem Eingriff nur mäßig herabgesetzte VK Wert von 83,5% des Sollwertes fiel um 23,1% des Sollwertes; dieser Einbuße entsprachen 747 ccm = 25% des praeoperativen Wertes.

In der Aufteilung nach Anzahl der Segmente war der Unterschied hinsichtlich der Resektion von einem (= 26,2% des Sollwertes) und zwei Segmenten (= 17,1% des Sollwertes) auffallend. Im Hinblick auf den Anfangswert war dieser Verlust mit 29% (ein Segment) gegenüber 15% (zwei Segmente) noch stärker. Bei der Resektion von drei Segmenten war diese Minderung mit 32% noch höher. Die Segmentresektion mit anschließender Thorakoplastik verursachte eine Einbuße von 46,7% des Sollwertes = 47% des Anfangswertes. Allerdings war der Restwert mit 52,3% des Sollwertes noch ausreichend.

In der Einzelbetrachtung ist ein Anstieg der VK um 22,1% des Sollwertes auf 59,2% des Sollwertes bei einem 15jährigen Mädchen bemerkenswert. Dies war im übrigen der einzige Anstieg der VK. Unter den zur Segmentresektion vorgesehenen Patienten war mit Ausnahme der oben erwähnten Kranken kein Fall, bei dem die VK unter 45% lag. Postoperativ unterschritten zwei Patienten diese Grenze, und zwar eine 23jährige Bronchiektatikerin nach Resektion von drei Segmenten (31,7% des Sollwertes) sowie eine 33jährige Tuberkulosekranke, bei der das 6. Segment links reseziert wurde (41,6% des Sollwertes).

Hirdes fand bei Spätuntersuchungen 5 Jahre nach dem Eingriff einen Verlust von 11% der VK, Schmidt, Kostyal und Scherrer fanden bei 57 Patienten, ebenfalls bei schon stationären Funktionszustand, mit Verlusten von 495 ccm = 27% des praeoperativen Wertes keinen Unterschied zwischen Lobektomie

und Segmentresektion. Eerland stellte Verluste von 4 bis 7% fest. V. d. Drift konnte bei 34 Segmentsresektionen eine durchschnittliche Minderung um 423 ccm, Geelen bei 20 Patienten einen Verlust von 400 ccm finden.

Overholt, Schmidt, Landis und Weisel fanden eine Übereinstimmung zwischen Verminderung der VK und des AGW mit der Zahl der resezierten Segmente. Vargha gibt vor der Segmentresektion die Höhe der VK mit 74% des Sollwertes an und stellte einen Verlust von 8% des Sollwertes (= 337 ccm) fest. Er weist aber auf die Veröffentlichungen von Landis, Weisel und Smith hin, denenzufolge der Verlust vor allem der Thorakotomie zuzuschreiben ist. Auch Maurath findet, daß die VK durch die Thorakotomie um 760 ccm gemindert wird.

Den Verlust nach Resektion eines Segmentes gibt Maurath mit 970 ccm = 26% des praeoperativen Wertes an.

Der durchschnittliche Verlust von 747 ccm bei den hier untersuchten 23 Patienten ist also höher als bei den meisten anderen Untersuchten. Nur mit den Befunden von Maurath besteht eine gewisse Übereinstimmung, doch findet er noch höhere Verluste als sie die hier besprochenen Fälle zu verzeichnen haben.

Ein Überblick über die Resektionen, wie er in Tabelle 1 bis 5 gegeben wird, zeigt, daß in der groben Zusammenfassung sowohl bei den praeoperativen als aus bei den postoperativen Messungen eine gewisse Übereinstimmung zwischen Ausmaß der pathologischen Veränderungen des Lungenparenchyms sowie des resezierten Gewebes und Einschränkung der VK zu erkennen ist. In den einzelnen kleineren Gruppen sind jedoch sowohl die praeoperativen Werte wie auch die Verluste sehr unterschiedlich, da in den einzelnen Fällen das zu resezierende Gewebe in verschiedenem Ausmaß noch an der Atmung beteiligt oder funktionell schon ganz ausgeschaltet ist. So kann, wie im allgemeinen Teil dieser Arbeit bereits dargelegt wurde, bei einer hohen VK die Funktion bereits schwer geschädigt sein, da bei der Beurteilung der VK die für die Leistungsfähigkeit wichtige Exspirationsfähigkeit unberücksichtigt bleibt. Bei der Untersuchung des Patienten mittels Tiffeneau-Tests und Bestimmung des AGW werden solche Funktionsschäden aufgedeckt.

Weiterhin sollte auch bronchospirometrisch die funktionelle Leistungsfähigkeit der nicht zu operierenden Thoraxhälfte geklärt werden, da in jedem Falle, sowohl nach Resektion als auch nach Dekortikation und Kollapsbehandlung, ein zeitweiliger Ausfall der gesamten operierten Seite eintreten kann. Bei nicht ausreichender Funktion der anderen Seite würde die Gefahr einer Ateminsuffizienz drohen. — Wenn man die in der Literatur angegebenen Werte untereinander wie auch mit den hier errechneten Werten

vergleicht, zeigt es sich, daß durch die Beurteilung in Prozent des Sollwertes sowie in Prozent des praeoperativen Wertes genauere Aussagen gemacht werden, als durch die bloße Messung in ccm, da man ja zur Beurteilung eines in ccm angegebenen Verlustes nähere Angaben über Alter, Geschlecht, Körpergröße und praeoperative Lungenfunktion des einzelnen Patienten braucht, während bei der Angabe in Prozent des Sollwertes und in Prozent des praeoperativen Wertes diese Daten schon berücksichtigt sind.

So hat ein Verlust von 500 ccm der Vitalkapazität bei einem praeoperativen Stand von 2000 ccm = 70% des Sollwertes eine ganz andere Bedeutung für den betroffenen Patienten, als sie der gleiche Verlust bei einem Anfangswert von 4000 ccm = 90% des Sollwertes für den Betroffenen hat. In bezug auf den praeoperativen Wert beträgt die Minderung im ersten Fall 25% des praeoperativen Wertes, während bei dem zweiten Patienten die VK nur um 12,5% herabgesetzt würde.

In Prozent des Sollwertes ausgedrückt, bedeutet die Minderung von 500 ccm für den ersten Patienten eine Herabsetzung des Sollwertes von 70% um weitere 18% auf 52% des Sollwertes, während im anderen Fall von 90% des Sollwertes durch den gleichen Verlust von 500 ccm nur 11% abgezogen werden, so daß noch 79% des Sollwertes verbleiben.

Auffallend hoch sind die Verluste bei älteren Patienten, die wohl durch die geringen funktionellen Reserven bedingt sind, wie schon auf Seite 16 erörtert wurde.

Die hohen Einbußen nach Segmentresektion beruhen wohl vor allem auf der Wirkung der Thorakotomie, die ja in jedem Fall zu einer mehr oder weniger starken Verödung des Pleuraspaltes führt. Zusätzlich spielt bei der Segmentresektion noch die Parenchymwunde der Lunge mit der nicht zu vermeidenden Nachblutung durch die Ausbildung einer Pleuraschwarte eine funktionsmindernde Rolle. Als weiterer Faktor kommt die notwendige Drainage in Betracht, die als Fremdkörper einen zusätzlichen Pleurareiz bedingt.

Im Laufe der Zeit bildet sich jedoch die Pleuraschwarte, vor allem unter dem Einfluß der Atemgymnastik, zurück. Wichtig ist aber, daß diese gezielte Atemgymnastik möglichst bald nach dem Eingriff beginnt. Aus den Untersuchungen von W a c h s m u t h und S c h a u t z wissen wir, daß die Pleuraschwarte einen dreischichtigen Aufbau erkennen läßt; unmittelbar auf das Lungenparenchym folgt eine Zone von lockerem, gefäßreichem Granulationsgewebe. Bei jüngeren Pleuraschwarten ist dieser Abschnitt besonders breit, im Laufe der Zeit verschmälert er sich jedoch zugunsten der nächstliegenden Zone, die aus gefäß- und kernarmem Bindegewebe aufgebaut ist. Als äußerste Schicht liegt dann nekrotisierendes Ge-

webe mit fibrinoiden Massen und Auflagerungen ohne Gewebsstruktur. Es gilt nun, durch die Atemgymnastik die Durchblutung der vom Lungenparenchym aus gesproßten Gefäße des zu dieser Zeit noch locker gebauten und breiten Granulationsgewebes zu verstärken und so die Resorption der Pleuraschwarte zu fördern. Dieser Schwund der Pleuraschwarte ist auch bei den Nachkontrollen an der laufenden Besserung der Atemfunktion, vor allem des Atemgrenzwertes, zu erkennen.

Dekortikation. (Tabelle 6 und 9)

Die drei zur Operation gelangten Patienten zeigten einen VK-Durchschnittswert von 47,6% des Sollwertes, der jedoch nach dem Eingriff um 11,3% des Sollwertes anstieg.

Einen Verlust von 100 ccm (1953) bzw. 180 ccm (1955) findet Maurath. Petit gibt Zunahmen von 7% = 220 ccm bei Untersuchungen 5 bis 12 Monate nach der Entschwartung an.

Die Besserung der VK bei den hier besprochenen Fällen beruht wohl vor allem auf dem kurzen Bestehen der Pleuraschwarte (längstens 2½ Jahre). Bei jüngeren Schwarten ist, wie schon oben erwähnt, das derbe Bindegewebe noch wenig ausgebildet, und die Pleuraschwarte läßt sich, wie es aus der oben angeführten Arbeit hervorgeht, leicht ablösen.

Carroll, McClement, Himmelstein und Cournand untersuchten u. a. die VK und den AGW nach Dekortikation. Sie stellten fest, daß der funktionelle Erfolg der Operation vor allem von dem Alter der Pleuraschwarte abhängt. Daneben fanden sie auch, daß Patienten mit Pleuraschwarte, unter der das Parenchym nicht pathologisch verändert war, nach der Dekortikation bessere funktionelle Ergebnisse aufwiesen.

Kollapstherapie. (Tabelle 7, 8 und 9)

Pneumolyse.

Einen guten Ausgangswert wiesen auch mit 77,7% der VK die 48 Patienten auf, die zur Pneumolyse vorgesehen waren. Der Eingriff verursachte eine Herabsetzung um 24,5% des Sollwertes = 33% des praeoperativen Wertes, also einem der Pneumektomie links entsprechendem Wert. Im einzelnen konnte man in keinem Fall einen Anstieg der VK verzeichnen; in 11 Fällen (= 23%) war der Verlust geringer als 10% des Sollwertes, in 21 Fällen zwischen 10 und 30% des Sollwertes (44% der Patienten), in 15 Fällen (= 31%) zwischen 30 und 50% des Sollwertes und in einem Fall noch höher (52,7%, Rest 44,6% des Sollwertes mit besonders starkem Anstieg des Tiffeneau-Wertes um 30,6% VK auf 80% VK). Der geringste Verlust betrug 0,8% des Sollwertes. Praeoperativ war nur bei 3 Patienten (= 6%) der Sollwert der VK unter 45% (Minimum: 41,3% des Sollwertes), postoperativ bei 12 Patienten (= 25%).

Maurath findet Verluste von 800 ccm (1953) und 660 ccm (1955). Petit sah bei seinen Untersuchungen Verluste von 390 bis 760 ccm = 11 bis 21% des praeoperativen Wertes. Er weist darauf hin, daß die Einbußen von der Höhe des Pneumolysenbodens abhängig sind.

Gaensler und Strieder fanden 14 Tage sowie 6 Monate nach der Operation Verluste von 12%; bei Komplikationen (intrapleuraler Hämatothorax) sank die VK um 58%.

Thorakoplastik.

Hier zeigt die Gruppe jener Patienten, bei welchen eine Thorakoplastik mit Scapulaspitzenresektion durchgeführt wurde, sowohl einen besseren Ausgangswert als auch einen geringeren Verlust (16,6% des Sollwertes gegenüber 25,2% des Sollwertes). Ausgedrückt in Prozent des praeoperativen Wertes (22% bzw. 33%) ist dieser Unterschied noch deutlicher.

Mit den Resektionen verglichen, entspricht die erste Gruppe den Resektionen des rechten Unterlappens, während die zweite Gruppe an den Verlust bei Entfernung der linken Lunge heranreicht.

Mit einer Ausnahme war vor der Operation der prozentuale Wert der VK bei allen Patienten über der 45% - Sollwert -- Grenze gelegen. Nach dem Eingriff wurde bei 5 Patienten diese Grenze unterschritten. Nur einer dieser Patienten gehörte der Gruppe der Thorakoplastik mit Scapulaspitzenresektion an.

Im einzelnen stieg die VK nur bei einer Patientin (6% der Fälle) um 4,2% des Sollwertes an, während der Verlust bei 13 Patienten (76% der Fälle) bis 20% des Sollwertes, bei 3 Patienten (18% der Fälle) zwischen 20% bis 40% des Sollwertes lag.

R. Schmidt gibt für die 7-Rippen-Thorakoplastik Verluste von 14,3%, für die 5-Rippen-Thorakoplastik mit Versenkung der Scapula Verluste von 18,8% an.

Heine und Hell finden bei der Thorakoplastik 1–5 für 65 Fälle einen Verlust von 32,8%, bei der Thorakoplastik 1–7 für ebenfalls 65 Fälle eine Minderung um 38,8%.

Cournand und Richards stellten bei der 7-Rippen-Plastik eine Herabsetzung um 25% des praeoperativen Wertes fest. Maurath fand Verluste zwischen 440 und 490 ccm für Maurer-Plastiken, Deckplastiken (1–5 bzw. 7) und Semb'sche Apicolysen-Plastiken. Vanekova und Sejonoha stellten fest, daß schon vor der Operation die VK der Norm gegenüber herabgesetzt war. Bei 19 Männern betrug die VK im Durchschnitt 50% des Sollwertes, bei 15 Frauen 68% des Sollwertes.

Dafür waren die Verluste nach oberer Teilplastik bei Frauen mit — 16% höher als bei Männern, die nur 12% einbüßten. Sie heben die Abhängigkeit des Verlustes von der individuellen Konstitution

der Patienten, von der Art des spezifischen Prozesses sowie von der postoperativen Entwicklung hervor.

Bei der Kollapsbehandlung überrascht der hohe Verlust nach Pneumolyse, der die in der Literatur angegebenen Minderungen übertrifft. Allerdings müßte zu einem genaueren Vergleich auch noch die jeweilige Höhe des Pneumolysenbodens berücksichtigt werden und damit die Ausdehnung des erzielten Lungenkollapses. Die Anzahl der hier untersuchten Fälle reicht jedoch zu einer weiteren Aufteilung in Gruppen, die nach diesem Gesichtspunkt aufgegliedert sind, nicht aus. Wenn auch die Herabsetzung der VK durch die Pneumolyse an die Verluste nach Pneumektomie heranreicht, so sei doch darauf hingewiesen, daß die postoperativen Funktionsprüfungen nach Pneumolyse stets kurze Zeit nach dem Eingriff erfolgten, da die meisten Patienten frühzeitig entlassen wurden. Die abschließende Funktionsprüfung erfolgte also zu einem Zeitpunkt, da der Unterlappen der operierten Seite noch nicht ausgedehnt war und ein Teil der Patienten auch durch den Wundschmerz an einer regelrechten Mitarbeit bei der Funktionsprüfung gehindert war. Es ist also anzunehmen, daß die operierte Seite zu dieser Zeit nur in sehr geringem Maße an der Atmung beteiligt ist.

Die Durchführung von Nachkontrollen war bei diesen Patienten nicht möglich, so daß der endgültige Verlust nach den vorliegenden Untersuchungen nicht beurteilt werden kann.

c) Die Auswirkung von Resektion, Dekortikation und Kollapsbehandlung auf dem Tiffeneau-Test

Resektionen. (Tabelle 1—5 und 10)

Pneumektomie.

Gegenüber dem Normalbereich war der Anfangswert sowohl in der Gesamtwertung (57,4% der VK) als auch in der Aufteilung nach rechter und linker Seite (49,0% der VK; 61,3% der VK) erniedrigt; post operationem stieg der prozentual berechnete nutzbare Anteil der Vitalkapazität (NAVK) um 4,7% der VK (rechts: + 18,1% der VK; links: + 2,5% der VK). Man kann bei Resektion der rechten Lunge ein etwa gegensätzliches Verhalten zwischen VK und NAVK erkennen. Bei den beiden unter Thorakoplastik resezierten Patienten war der Ausgangswert mit 67% der VK hoch; er änderte sich durch den Eingriff kaum (+ 0,6%).

Die zum Vergleich stehenden Werte sind ebenfalls sehr unterschiedlich.

Scherrer und Schmidt fanden bei Tuberkulösen post operationem 60% bzw. 56% der VK.

Bolt, Knipping und Rink bei 45 Tbc-Patienten 70,4% der VK. Orie konnte bei 45 tuberkulösen Patienten nach dem Eingriff einen Mittelwert von 69,0% der VK finden.

Bilobektomie.

Der Durchschnittswert von 10 Patienten lag vor dem Eingriff ebenfalls unter der Norm. Sowohl die Zunahme von 2,3% der VK als auch der nach der Resektion gemessene Wert von 61,5% der VK lassen keinen deutlichen Unterschied gegenüber den durch Pneumektomie verursachten Veränderung erkennen.

Nach der Resektion unter Thorakoplastik stieg hingegen der schon praeoperativ hohe NAVK von 68,4% der VK um 8,4% der VK an, während bei der Resektion mit nachfolgender Thorakoplastik der Anstieg von + 8,4% der VK nur zu einem Endwert von 57,2% der VK führte.

Im einzelnen weisen die Bronchiektatiker die höchsten Verluste auf. Nur bei den wegen eines Bronchialadenoms operierten Patienten liegt der NAVK postoperativ mit 80,1% der VK bzw. 73,7% der VK (zwei Fälle) im Normalbereich.

Lobektomie.

Bei 32 Patienten stieg der praeoperativ niedrige NAVK um 9,5% der VK auf 67,0% der VK an und reichte damit fast an den Normalbereich heran. Während nach Resektion des rechten Oberlappens (14 Fälle) die Zunahme nur 7,3% der VK mit einem Endwert von 64,5% der VK betrug, stieg nach Entfernung des linken Oberlappens (4 Fälle) der schon vor dem Eingriff hohe Wert noch um 11,9% der VK auf 80,8% der VK, also auf einen im Normalbereich liegenden Wert.

Die Resektion des rechten Mittellappens ändert den NAVK nur um + 2,7% der VK, wobei sich ein Wert von 58,7% der VK ergab.

Günstiger wurde der nutzbare Anteil der VK durch die Entfernung der Unterlappen beeinflußt. Die Anstiege betrugen + 12,4% der VK (links) bzw. + 13,5% der VK (rechts), wobei jedoch nur im ersten Fall ein guter Endwert (70,8% der VK) erreicht wurde.

Im Hinblick auf den schlechten Funktionswert des rechten Unterlappens sei nochmals auf den hohen Anteil der Bronchiektatiker (zwei Drittel der Fälle) an dieser Gruppe hingewiesen.

Nach der Resektion mit Thorakoplastik (5 Fälle) ist bei einer Zunahme um 11,4% der VK der Endwert an der unteren Grenze der Norm gelegen (68,6% der VK).

Hervorzuheben wäre ein Anstieg um 41% der VK auf 87% der VK bei einer 19jährigen Tuberkulosekranken, deren übrige Funktionswerte auch erheblich besser wurden. Eine Abnahme der NAVK war nur in 7 Fällen (= 19% der Fälle) zu verzeichnen.

O r i e fand nach Lobektomie bei Tuberkulose Endwerte von 70,3% der VK, bei Bronchiektasen von 64,3% der VK. W e n z l konnte nach Oberlappenresektion einen nutzbaren Anteil von 65% der VK, nach Entfernung des Unterlappens von 68% der VK finden. Er betont, daß er bei diesem Test keinen wesentlichen Unterschied zwischen Ober- und Unterlappenresektion feststellen konnte.

Segmentresektion.

Bei der Gruppe von 23 Patienten (ohne die Patientin mit nachfolgender Thorakoplastik) war der Anfangswert mit 64,5% der VK besser als der entsprechende Wert vor anderen Resektionen. Mit einer Zunahme von 6,9% der VK lag der Endwert von 71,4% der VK bereits im Normalbereich. In den einzelnen Gruppen war sowohl beim praeoperativen Wert als auch im Anstieg eine Übereinstimmung mit der Zahl der resezierten Segmente zu erkennen. Am besten war das Ergebnis nach der Resektion eines Segmentes (postoperativer Stand: 74,9% der VK).

Die Segmentsresektion mit nachfolgender Thorakoplastik ließ ein ungünstiges Ergebnis des T i f f e n e a u - Testes erkennen: trotz einer Zunahme von 8,1% der VK waren nach dem Eingriff nur 63% der VK nutzbar.

Bei 6 Patienten (= 25% der Patienten) nahm der NAVK ab, jedoch betrug der höchste Verlust nur 4% der VK. Anstiege über 10% der VK waren in 7 Fällen (=29% der Patienten) zu verzeichnen, wobei auf zwei Maximalwerte von + 26% der VK bzw. + 28% der VK besonders hingewiesen werden soll. In beiden Fällen handelte es sich um besonders junge Patienten (19 bzw. 14 Jahre).

Man kann bei den Resektionen wohl praeoperativ eine gewisse Abstufung des Prozentwertes im T i f f e n e a u - Test hinsichtlich der Ausdehnung des funktionsgeschädigten Lungengewebes erkennen, doch verursachte die Operation keine so deutlich abgestuften Änderungen, wie sie bei der Bestimmung der VK zu finden sind. Postoperativ stieg der prozentual ermittelte nutzbare Anteil der VK an; man kann also, wie auf Seite 9 dargelegt wurde, daraus auf die Ausschaltung von funktionsgeschädigtem Gewebe schließen. Da aber der absolute Wert, der zur Errechnung des indirekten Atemgrenzwertes gebraucht wird, durch die Resektionen durchwegs herabgesetzt wurde (er besserte sich erst in manchen Fällen, so z. B. nach Segmentresektion, längere Zeit nach dem Eingriff), handelte es sich nicht um einen echten Anstieg der funktionellen Reserven, sondern um eine bessere Nutzung der verbliebenen VK. Auffallend ist das ungünstige Abschneiden der Bronchiektatiker. Sekretstauungen und Infektion führen bei Bronchiektasen zu chronischer Bronchitis mit entzündlicher Schwellung der Bronchialschleimhaut und damit zur Einengung der erkrankten Atemwege. Dazu kommt noch die Neigung zu Spasmen innerhalb des Bron-

chialsystems, die bei den an Bronchiektasen Erkrankten wahrscheinlich im Rahmen eines allergischen Geschehens auftritt.

Wie schon in der allgemeinen Besprechung des Tiffeneau-Testes auf Seite 9 und 10 erörtert wurde, gelingt die Inspiration stets viel leichter, da zur Erweiterung der Atemwege nur ein geringer Teil der inspiratorischen Muskelkraft genügt. Die Einatmung macht also auch dem Bronchiektatiker wenig Schwierigkeiten. Sobald jedoch die Ausatmung beginnt, werden die Atemwege eng gestellt; durch die Schwellung der Bronchialschleimhaut und eventuell auch auftretende Spasmen ist der Bronchiektatiker bei der Exspiration benachteiligt. Nach Rohrer liegt der dadurch erhöhte exspiratorische Widerstand vor allem in den Bronchioli terminales. Der Bronchiektatiker kann also in der Zeiteinheit einen viel geringeren Teil der inspirierten Luft wieder ausatmen. Im Funktionstest manifestiert sich diese Schädigung bei den Leistungsprüfungen, also im Tiffeneau-Test und bei der Prüfung des Atemgrenzwertes.

Eine besondere Stellung nehmen jene Fälle ein, bei welchen schon vor der Resektion eine Thorakoplastik bestand. Ihr praeoperativ hoher Prozentwert im Tiffeneau-Test läßt auf eine weitgehende Ausschaltung des pathologisch veränderten Lungenparenchyms schließen. Post operationem steigt der Prozentwert noch weiter an. Man kann den hohen Prozent-Tiffeneau Wert vielleicht auch als eine Mobilisierung aller Reserven wegen der kleinen zur Verfügung stehenden Atemfläche ansehen, wie ja auch Sadoul und Guillet bei ausgedehntem Verlust von Lungenparenchym hohe Prozentwerte im Tiffeneau-Test messen konnten. Der absolute Wert wird aber, wie es aus Tabelle 1 bis 5 und 10 zu ersehen ist, weiter gemindert.

Dekortikation. (Tabelle 6 und 10)

Bei den drei zur Operation gelangten Patienten verbesserte sich der NAVK um 14,7% auf 65,0% der VK.

Kollapstherapie. (Tabelle 7, 8 und 10)

Pneumolyse.

Einen postoperativen Durchschnittswert von 65,5% der VK erreichten die 48 mit einer Pneumolyse behandelten Patienten durch einen Anstieg um 5,7% der VK.

Bei 14 Patienten (= 29% der Fälle) konnte man einen Verlust feststellen, bei 3 Patienten (= 6% der Fälle) änderte sich der NAVK nicht, während bei den übrigen 31 Patienten (= 65% der Fälle) der Wert anstieg.

Praeoperativ lagen 5 Patienten (= 10% der Fälle) unter der 45%-Grenze (Minimum: 32,6% der VK); nach dem Eingriff waren es 3 Kranke (= 6% der Fälle), während bei 19 Patienten (= 40% der Fälle) der NAVK im Normalbereich (über 70% der VK) lag.

Thorakoplastik.

In beiden Gruppen lag der praeoperative Wert mit 56,3% der VK bzw. 63,0% der VK unter den Normalwerten. Der Anstieg war mit 8,4% der VK (gegenüber + 6,2% der VK) in der Gruppe der Patienten mit Thorakoplastik mit Scapulaspitzenresektion besser, trotzdem näherte sich nur der postoperative Wert der zweiten Gruppe mit 69% der VK dem Normalbereich.

Im einzelnen ist in 13 Fällen (= 76% der Patienten) eine Erhöhung des NAVK, in den restlichen 4 Fällen (= 24% der Patienten) eine Herabsetzung zu verzeichnen. Sie verteilen sich gleichmäßig über beide Gruppen. Auch bei diesen Patienten wurde bei der Indikationsstellung die von Scherrer angegebene 45% Grenze eingehalten. Lediglich in einem Fall betrug der NAVK nur 43,2%, stieg jedoch postoperativ auf 90,0% an. Es handelte sich hier um jenen 45jährigen Patienten, dessen hoher Verlust an VK im vorausgegangenen Abschnitt erwähnt wurde. Man muß von diesem hohen Wert wohl auf eine starke Einschränkung der Atemfläche, worauf auch die Minderung der VK hinweist, schließen (siehe auch Seite 9 und 27).

Postoperativ betrug der geringste Wert 45,1% der VK. — Im Gegensatz zum hohen Verlust an VK weist der Anstieg des relativen Wertes im Tiffeneau-Test auf eine Ausschaltung von funktionsuntüchtigem Parenchym durch den von der Pneumolyse erzielten Kollaps des erkrankten Lungengewebes hin.

Auch der Anstieg des im Tiffeneau-Test geprüften nutzbaren Anteils der VK nach Thorakoplastik spricht für den Erfolg des Eingriffes hinsichtlich der Ausschaltung funktionell minderwertigen Gewebes.

In der Literatur wurde der Tiffeneau-Test im Zusammenhang mit Dekortikationen und Kollapstherapie bisher nicht besprochen.

d. Das Verhalten des direkten und indirekten Atemgrenzwertes unter dem Einfluß von Resektion, Dekortikation und Kollapsbehandlung.

Resektionen. (Tabelle 1 bis 5, 11 und 11a)

Pneumektomie.

Der direkt ermittelte AGW war bei den 15 zur Pneumektomie vorgesehenen Patienten mit 32,0 Liter zwar in seinem absoluten Wert niedrig, doch war der relative Wert mit 85,1% des Sollwertes für den Eingriff ausreichend. Der indirekte AGW lag um 7,2 Liter, in seinem Prozentwert sogar um 21,2% des Sollwertes höher als der direkt bestimmte AGW.

Durch die Resektion sank der direkte AGW um 9,7 Liter = 26,9% des Sollwertes = 31% des praeoperativen Wertes; der indirekte AGW wurde um 13,9 Liter = 41,4% des Sollwertes = 35% des An-

fangswertes gemindert. Dabei fällt der Entfernung der rechten Lunge ein Verlust von 46% des praeoperativen Wertes im indirekten AGW zur Last.

Die linksseitige Operation weist mit Minderungen von 25% (direkter AGW) bzw. 31% (indirekter AGW) des praeoperativen Wertes ein besseres Ergebnis auf. Vor den beiden Resektionen unter Thorakoplastik war der Anfangswert mit 25,2 Liter = 33,2% des Sollwertes (im direkten Atemgrenzwert) bzw. 33,7 Liter = 44,4% des Sollwertes (im indirekten Atemgrenzwert) noch niedriger als in der vorausgegangenen Gruppe.

Die durch die Operation verursachte Minderung betrug in direkten AGW 8,6% des Sollwertes, im indirekten AGW 16,0% des Sollwertes, wobei jedoch der Verlust an praeoperativem Wert sowohl im direkten als auch im indirekten AGW 26% betrug.

In der Einzelwertung war nur bei den vier Tuberkulosekranken (darunter bei den beiden Patienten mit Thorakoplastik) der Sollwert praeoperativ sowohl im direkten als auch im indirekten AGW unter 45% gelegen.

Eine postoperative Besserung war im direkten AGW bei drei Patienten, im indirekten AGW bei zwei Patienten zu verzeichnen. Die stärkste Zunahme belief sich dabei auf 41% des praeoperativen Wertes.

Der höchste Verlust betrug im direkt gemessenen AGW 60% des Anfangswertes; es handelt sich dabei um einen 53jährigen Patienten, dessen linke Lunge wegen eines Bronchialkarzinoms reseziert wurde. Im indirekten AGW betrug sein Verlust 50,8% des praeoperativen Wertes. Bei diesem Patienten mußte einige Monate später wegen Überdehnung der Restlunge eine Thorakoplastik hinzugefügt werden.

Mit einer Minderung von 64% des Anfangswertes wies ein anderer Karzinomkranker den höchsten Verlust bei der indirekten Ermittlung des AGW auf; bei der direkten Bestimmung des AGW wurde bei diesem Patienten eine Minderung um 41% des praeoperativen Wertes gemessen.

Gaensler und Strieder fanden nach Pneumektomie einen durchschnittlichen Verlust von 23%. Maurath konnte bei seinen Patienten vor der Pneumektomie Atemgrenzwerte von 62 bis 69 Liter messen. Er gibt Verluste von 19 Liter = 27% (links) bzw. 30% (rechts) des praeoperativen Wertes an. Rossier und Bühlmann fanden Minderungen um 12 Liter, Vargha solche von 8 Liter = 10% des Sollwertes.

Bei Untersuchungen von Good war der AGW durch den Eingriff um 11% bis 18% des Sollwertes vermindert.

Als Restwerte gaben Cournand u. M. 63%, Good 34% bis 39%, Vargha 40%, Salek, Kopecky und Vojik 20% des Sollwertes an.

Maurath weist darauf hin, daß die Minderung nicht der von Geelen angegebenen Wertigkeit der Lunge (links 45%, rechts 55%) entsprechen. Gaensler und Strieder fanden eine Kompensation von 7% bis 25% über dem funktionellen Wert der Restlunge.

Die Resektion unter Thorakoplastik führt nach Maurath zu keiner weiteren Beschränkung der Atemreserven. Auch Gaensler und Strieder vertreten diese Auffassung, während bei den hier untersuchten Patienten der AGW nach der Resektion weiter absank. Die Einbuße an AGW bei den hier untersuchten Patienten ist also im Vergleich zu den Literaturangaben sehr unterschiedlich. Während die Minderungen an absolutem Wert in Liter in der Literatur viel höher sind, waren die in Prozent des Sollwertes sowie in Prozent des praeoperativen Wertes beurteilten Verluste der hier besprochenen Fälle zum Teil höher als bei den zum Vergleich herangezogenen Patienten anderer Untersucher.

Es tritt also auch hier zutage, daß man einen Vergleich der Liter-Werte nur schlecht anstellen kann, wie es auch für die Messung der VK in ccm gezeigt wurde.

Bessere Vergleichsmöglichkeiten bieten die Angaben in Prozent des Sollwertes und in Prozent des praeoperativen Wertes, wie sie von Maurath befürwortet und in der vorliegenden Arbeit für VK und AGW angewendet worden sind. Eine eingehende Begründung dieser Forderung wurde bereits bei der Besprechung der VK gegeben. Zur Erläuterung soll jedoch noch einmal ein den AGW betreffendes Beispiel angeführt werden:

Ein Verlust von 10 Liter bei einem praeoperativen Wert von 80 Liter = 120% des Sollwertes ist ganz anders zu beurteilen als die gleiche Minderung bei einem praeoperativen Stand von 30 Liter = 75% des Sollwertes. Im ersten Fall verursacht die Minderung des AGW um 10 Liter einen Verlust von 15% des Sollwertes sowie 12,5% des praeoperativen Wertes, während im zweiten Fall die Herabsetzung um 10 Liter den Anfangswert um 25% des Sollwertes und 33% des praeoperativen Wertes mindert.

Bilobektomie.

Zwischen direktem und indirektem AGW war auch bei den zur Bilobektomie vorgesehenen Patienten ein bemerkenswerter Unterschied festzustellen. Bei der Gruppe von 10 Patienten betrug die Differenz 12 Liter = 20,3% des Sollwertes. Auch bei der Patientin mit Resektion und Thorakoplastik war der indirekte AGW um 5,2 Liter höher als der direkte AGW. Nur bei der mit Thorakoplastik vorbehandelten Patientin waren die beiden Werte annähernd gleich.

Der Verlust an direktem AGW betrug in der ersten Gruppe im Durchschnitt nur 13% des praeoperativen Wertes (= 3,7 Liter = 6,2% des Sollwertes), im indirekten AGW jedoch 27% (= 11,5 Liter = 21,6% des Sollwertes). Trotzdem war der Endwert des indirekten AGW mit 29,0 Liter = 49,3% des Sollwertes um 4,2 Liter höher als der direkte AGW.

Bei den beiden Resektionen mit vorausgegangener bzw. nachfolgender Thorakoplastik war im ersten Fall der Verlust an direktem AGW mit 9% des praeoperativen Wertes (2,1 Liter = 3,5% des Sollwertes) gering; der indirekte AGW stieg sogar um 0,4 Liter = 0,7% des Sollwertes an. Die andere Patientin mußte einen Verlust von 23% (direkter AGW) bzw. 12% (indirekter AGW) des praeoperativen Wertes tragen. Es ist dies einer der wenigen Ausnahmefälle, in dem der direkte AGW in bezug auf den praeoperativen Wert stärker als der indirekte AGW absank. — In insgesamt 5 Fällen lag der direkte AGW praeoperativ unter 45% des Sollwertes. Im indirekten AGW betrug demgegenüber der niedrigste vor dem Eingriff gemessene Wert 48,7% des Sollwertes. Besserungen von = 3 bis 5 Liter waren im direkten AGW postoperativ bei drei Patienten zu finden. Der geringste postoperative Wert von 13,7% des Sollwertes wurde bei einem 37jährigen Bronchiektatiker gemessen, der aber in der Nachkontrolle (siehe Tabelle 12a) eine auffallende Besserung zeigte. Dieser Mann verlor zunächst 51% des praeoperativen Wertes (indirekter AGW: 50% des praeoperativen Wertes). Der indirekte AGW blieb nur in einem Fall unverändert (= 49% des Sollwertes) und nahm bei allen anderen Patienten ab, wobei der niedrigste Wert mit 21,9% des Sollwertes wiederum bei einem Bronchiektatiker zu finden war. Er verlor 60% seines praeoperativen indirekt bestimmten AGW.

Maurath fand vor dem Eingriff bei 10 Patienten einen Durchschnittswert von 62 Liter, der um 16 Liter = 20% des Anfangswertes herabgesetzt wurde.

Lobektomie.

Einen wesentlich besseren Anfangswert (direkter AGW: 37,3 Liter; indirekter AGW: 46,5 Liter) haben die 32 lobektomierten Patienten aufzuweisen; allerdings wurden jene Patienten, die nach der Resektion noch eine Thorakoplastik erhielten, bei diesem Durchschnittswert nicht berücksichtigt.

Die Resektion verursachte eine Herabsetzung des direkten AGW um 13% des praeoperativen Wertes (= 4,8 Liter = 9,2% des Sollwertes) sowie 14% des indirekt errechneten praeoperativen Wertes (= 6,7 Liter = 13,4% des Sollwertes). Doch war der Rest von 62,8% des Sollwertes im direkten und 78,7% des Sollwertes im indirekten AGW als günstig anzusehen.

Aus Tabelle 3 und 11 ist zu ersehen, daß die praeoperativen Einschränkungen des AGW sehr unterschiedlich sind. Diese Differenzen beruhen wohl auf der unterschiedlichen Beteiligung des erkrankten Parenchyms an der Atmung. Nur in seltenen Fällen entspricht dabei die Minderung der AGW dem funktionellen Wert des erkrankten und daher zur Resektion vorgesehenen Lappens.
Funktionell geschädigt sind besonders jene Tuberkulosekranken, die im Laufe ihres Leidens an einer Pleuritis erkrankt waren. Im allgemeinen überwiegen aber, wie schon erwähnt, in den Gruppen mit besonders niedrigem AGW die an Karzinom, chronischer Pneumonie sowie Bronchiektasen Erkrankten.
Durch die Resektion wurden folgende Veränderungen in bezug auf den praeoperativen Wert verursacht:

	Anzahl	direk. AGW	indirek. AGW
re. Oberlappen	14	— 11%	— 22%
li. Oberlappen	4	0%	+ 4%
re. Mittellappen	2	— 18%	— 43%
re. Unterlappen	7	— 15%	0%
li. Unterlappen	5	— 23%	— 10%
Lobektomie mit Thorakoplastik	5	— 16%	— 11%

Postoperativ ist der direkte AGW wiederum niedriger als der indirekte Wert, wobei die Unterschiede zwischen 5 bis 9 Liter und 11% bis 17% des Sollwertes liegen, es also zu einer Annäherung zwischen direktem und indirektem AGW kommt.
Die der Lobektomie folgende Thorakoplastik (5 Patienten) führte zu keiner weiteren Einschränkung des AGW; die postoperativen Werte lagen hier noch besser als jene nach Resektion des Mittellappens und des rechten Unterlappens.
In der Einzelwertung der 37 lobektomierten Patienten lag im direkten AGW bei 30% der Patienten, im indirekten AGW bei 19% der Patienten der praeoperative Wert unter 45% des Sollwertes. Bei 8% dieser Fälle besserte sich nach dem Eingriff der direkte AGW; der indirekte AGW stieg ebenfalls bei 8% der Patienten an und blieb bei den übrigen oben Erwähnten unverändert. Aus diesem Ergebnis kann gefolgert werden, daß ein Unterschreiten der 45%-Sollwert-Grenze nicht ohne weiteres als Kontraindikation aufzufassen ist, sondern vor allem eine bronchospirometrische Klärung der funktionellen Verhältnisse fordert.
Nach dem Eingriff besserte sich der direkte AGW bei insgesamt 30% der Operierten, wobei das Maximum mit + 97,5% (Endwert: 66,3 Liter = 104% des Sollwertes) eine 20jährige Patientin erreichte, deren rechter Oberlappen wegen einer kavernisierten Tuberkulose reseziert wurde; sie wies auch im indirekten AGW mit + 94,5% des praeoperativen Wertes (Endwert: 61,2 Liter = 96% des Sollwertes) die stärkste Zunahme auf.

Insgesamt stieg der indirekt ermittelte AGW bei 33% der Patienten und blieb bei 8% der lobektomierten Kranken unverändert.
Die stärksten Verluste waren sowohl im direkten als auch im indirekten AGW bei Bronchiektatikern zu finden; dabei betrug die höchste Minderung 65% des direkt bestimmten praeoperativen AGW nach Resektion des Mittellappens. – Auch vor der Lobektomie, ebenso wie vor Pneumektomie und Bilobektomie, fand Maurath höhere praeoperative Werte von 80 bis 90 Liter. Bolt, Knipping und Rink konnten 75 Liter messen; Oric fand bei seinen Untersuchungen praeoperativ einen AGW von 39 Liter.
Geelen gibt für die einzelnen Lappen folgende Funktionsanteile an:

rechter Oberlappen:	19%	linker Oberlappen:	16%
rechter Mittellappen:	7%	linker Unterlappen:	22%
rechter Unterlappen:	27%		

In der Regel wurde aber von anderen Untersuchern keine Übereinstimmung zwischen den durch Resektion des entsprechenden Lappens entstandenen Funktionsverlusten und diesen Werten festgestellt.
Für die einzelnen Lappen stellte Maurath folgende Verluste an AGW fest:

rechter Oberlappen	— 18 Liter = 19%	d. praeop. Wertes
linker Oberlappen	— 18 Liter = 20%	„ „ „
Mittellappen	— 21 Liter = 24%	„ „ „
rechter Unterlappen	— 21 Liter = 23%	„ „ „
linker Unterlappen	13 Liter = 15%	„ „ „

Auch er fand bei Bronchiektatikern die höchsten Verluste.
Gaensler und Strieder fanden nach Lobektomie ein Absinken um 22%, Maurath stellte in der Gesamtwertung den gleichen Verlust fest, während Hirdes nur Verluste von 12% verzeichnen konnte. Allerdings handelte es sich im letzteren Fall um Spätkontrollen.
Toulou und Toulou-Leake wiesen darauf hin, daß erst 2 bis 4 Monate post operationem die Funktionsprüfung prognotisch brauchbar ist.

Segmentresektionen.

Der praeoperative Durchschnittswert von 23 Patienten war im direkten AGW (37,3 Liter = 72,0% des Sollwertes) und auch im indirekten AGW (46,5 Liter = 92,1% des Sollwertes) wiederum höher als vor Lobektomie. Dem Verlust von 7% (3,5 Liter = 5,7% des Sollwertes) des direkten AGW steht die Minderung von 17% (10 Liter = 14,3% des Sollwertes) des indirekten AGW gegenüber.

In der Aufteilung nach der Anzahl der resezierten Segmente ist der direkte und indirekte AGW vor der Entfernung von 2 Seg-

menten beträchtlich eingeschränkt, doch erlitten die Patienten dieser Gruppe durch den Eingriff die geringsten Verluste.

Die Minderungen betrugen für:

		direkter AGW	indirekter AGW
1 Segment	11 Patienten	— 10%	— 22%
2 Segmente	9 Patienten	— 5%	— 7%
3 Segmente	3 Patienten	— 6%	— 24%
2 Segmente und Thorakoplastik	1 Patient	— 49%	— 39%

Zur Erklärung dieses Unterschiedes hinsichtlich der Anzahl der resezierten Segmente läßt sich weder das Alter der Patienten noch die Anzahl der postoperativen Komplikationen heranziehen. Neben dieser nicht erklärbaren Differenz der Verluste bei Resektion einer verschiedenen Anzahl von Segmenten sind auch die starken Abweichungen zwischen direktem und indirektem AGW auffallend. In der Einzelwertung der Segmentresektionen besserte sich im Hinblick auf den vor der Operation gemessenen Wert der direkte AGW bei 33% der Patienten, davon sechsmal nach Resektion eines Segmentes. Der indirekte AGW besserte sich bei 21% der Patienten und zwar bei jenen, die auch im direkten AGW eine Zunahme verzeichnen konnten. Bei drei von diesen Kranken wurde ein Segment reseziert, bei den übrigen Patienten wurden zwei Segmente entfernt.

Der stärkste Anstieg belief sich im direkten AGW auf + 248% der praeoperativen Wertes (+ 140% des indirekten AGW) nach Resektion des 1. und 2. Segmentes links bei dem schon erwähnten 15jährigen Mädchen (Endwert: 46,2 Liter = 70% des Sollwertes). Die stärkste Einbuße erlitt mit — 63,9% (= 57,7 Liter = 70% des Sollwertes) im direkten AGW ein 27jähriger Mann, bei dem nach Resektion des 2. Segmentes links ein Empyem mit innerer Fistel auftrat (Endwert: 32,4 Liter = 39% des Sollwertes).

Im indirekten AGW betrug die stärkste Herabsetzung 51,7% des praeoperativen Wertes bei einem 44jährigen Tuberkulosekranken nach Resektion des 2. Segmentes rechts. Er behielt aber 34% des Sollwertes.

Vor dem Eingriff lag bei 7 Patienten (= 29% der Fälle) der direkte AGW unter 45% des Sollwertes. Er besserte sich in 5 Fällen um 18% bis 42% des Sollwertes. Bei den übrigen zwei Patienten nahm er nur geringfügig (um 2% bis 5% des Sollwertes) ab.

Der indirekt ermittelte AGW lag lediglich bei der schon erwähnten Bronchiektatikerin unter 45% des Sollwertes, besserte sich postoperativ jedoch von 20,7% auf 21,9% des Sollwertes.

Die Befunde der verschiedenen Untersucher variieren im Hinblick auf die Segmentresektion viel stärker als bei den übrigen Resektionen.

Landis und Weisel fanden Minderungen von 5,3%, Vargha von 4% bis 11% nach Resektion von einem bis drei Segmenten.

Eerland gibt folgende Werte bei Segmentresektionen an:

1 Segment	(52 Patienten)	— 2,5 Liter
2 Segmente	(29 Patienten)	— 11,5 Liter
3 Segmente	(3 Patienten)	— 5,5 Liter

Van d. Drift fand die Einschränkung um 3% bis 10% fünf Monate nach dem Eingriff durch die kollaterale Seite ausgeglichen. Hirdes stellte bei Spätuntersuchungen fest, daß der AGW gleichgeblieben oder bis 2,6% angestiegen war. Maurath sah Verluste von 33 Liter = 26% des praeoperativen Wertes bei 25 Patienten nach Resektion eines Segmentes. Taylor, Petter, Whittenberger und Jacobs beschrieben Verluste von 10% bei Resektion von drei bis vier Segmenten. Hingegen fand Cara keine Änderung oder sogar eine Besserung der Funktion nach Segmentresektion. Eine Übereinstimmung der Verluste mit den funktionellen Werten der einzelnen Segmente, wie Geelen sie feststellte, fanden Nuboer, weiterhin Taylor, Petter, Whittenberger und Jacobs sowie Etsten, Overholt und Reynolds. Overholt, Walker und Etsten wiesen auch darauf hin, daß der AGW nur geringfügig gemindert wird, wenn nur funktionsuntüchtiges Gewebe entfernt wurde. Voßschulte sowie Monod und Schießle wie auch Maurath hoben die Wichtigkeit des ungestörten postoperativen Verlaufes für die Funktion hervor.

Bolt, Knipping und Rink machen darauf aufmerksam, daß bindende Aussagen über Funktionsverluste frühestens 6 Monate nach dem Eingriff gegeben werden können.

Nochmals sei das bei der Besprechung der VK Gesagte in Erinnerung gerufen: die Lungenfunktion wird schon allein durch die der Thorakotomie folgende Verödung der Pleurahöhle eingeschränkt. Dazu tritt noch, wie auf Seite 21 bereits erörtert wurde, die Wirkung der durch die Segmentresektion gesetzten Parenchymwunde und der als Pleurareiz wirkenden Drainage. Daher finden wir auch ohne postoperative Komplikationen in den meisten Fällen eine starke Minderung des AGW, die jedoch, wie es aus den Nachkontrollen in Tabellen 12a bis 12c, 13 und 14 hervorgeht, einige Zeit nach dem Eingriff wieder ausgeglichen ist.

Die Aufstellung der Verluste auf Seite 34 läßt vermuten, daß die Funktionsschädigung bei der einmaligen maximalen Ein- und Ausatmung, wie sie für die Bestimmung des indirekten AGW im Tiffeneau-Test notwendig ist, eher zutage tritt, während im direkten AGW durch eine für den einzelnen Patienten optimale Verschiebung zwischen AV und AF (innerhalb der bei den vorliegenden Untersuchungen gebrauchten Frequenz von 28—34/min)

eine Kompensation möglich ist; dadurch war der Verlust an Prozent des praeoperativen Wertes im direkt bestimmten AGW geringer, während im Endergebnis aber trotzdem der indirekte AGW in Liter- und Sollwert über dem direkten AGW lag. Die Ursache für diesen bei Lungenkranken auftretenden Unterschied zwischen direktem und indirektem AGW sieht Bücherl in der starken Belastung der Patienten bei der direkten Ermittlung, wie schon auf Seite 10 erörtert wurde.

Längere Zeit post operationem ist teilweise sogar ein Anstieg des AGW über den praeoperativ gemessenen Wert zu verzeichnen. Diese Besserung der Lungenfunktion ist auf die allmähliche Resorption der postoperativ entstandenen Pleuraschwarte zurückzuführen, wie es bereits auf Seite 21 und 22 ausführlich dargelegt wurde. Daher sind besonders nach Segmentresektionen die laufenden Nachkontrollen für die Beurteilung des endgültigen Funktionszustandes und damit der tatsächlichen Verluste, die durch die Resektion verursacht wurden, wichtig.

Wie schon bei der VK und zum Teil auch im Tiffeneau-Test zu erkennen war, wird auch bei der Prüfung des AGW die funktionelle Gefährdung älterer Patienten (meist Karzinomkranker) sowie der Bronchiektatiker deutlich. Auf die mangelnde Anpassungsfähigkeit der ersten Gruppe wie auch auf den erhöhten Widerstand innerhalb der Atemwege bei den an Bronchiektasen Erkrankten sei nochmals hingewiesen (siehe auch Seite 9 und 27). Unter denjenigen Patienten, die in dieser Arbeit wegen maximaler Funktionsänderungen hervorgehoben wurden, sind die Bronchiektatiker ebenfalls häufig vertreten. Man sollte daher gerade bei diesen Patienten mit unvorhergesehenen postoperativen Funktionsänderungen rechnen und die zur Indikationsstellung erforderliche Funktionsanalyse bei ihnen besonders umfassend ausführen, da postoperativ eine Ateminsuffizienz eintreten kann.

Offenbar benötigen diese Patienten auch längere Zeit zur Anpassung an den Zustand nach der Resektion. Man konnte nämlich bei ihnen aus den längere Zeit nach dem Eingriff vorgenommenen Nachkontrollen deutliche Besserungen des AGW entnehmen. Da bei diesen Funktionsproben die VK nur wenig verändert war, beruht die Besserung wohl auf einem Wegfall von Exspirationsbehinderungen, die für den AGW als zeitlich abhängigem Test von eben solcher Bedeutung wie für den Tiffeneau-Test sind.

Dekortikation. (Tabelle 6 und 11a)

Eine Erhöhung des direkten AGW um 20% des praeoperativen Wertes (= 5,6 Liter = 6,9% des Sollwertes) und des indirekten AGW um 59% des praeoperativen Wertes (= 16,3 Liter = 19,9% des Sollwertes) wurde nach der Entschwartung als Durchschnittswert bei 3 Patienten gemessen.

Wie schon bei der Besprechung der VK erwähnt wurde, handelte es sich bei den Patienten um verhältnismäßig junge Pleura schwarten, so daß, wie ebenfalls schon dargelegt wurde (Seite 22 ein guter funktioneller Erfolg zu erwarten war. Köster und Lent fanden, daß die Pleuraschwarte besonders den AGW schädigt. Dies wird bei den hier untersuchten Fällen sowohl durch den praeoperativen niedrigen Stand als auch durch den postoperativen Anstieg des AGW bestätigt.

Einen Anstieg um 20,5 Liter = 41% fand Petit;

Maurath erzielte bei 21 Patienten eine durchschnittliche Zunahme um 6 Liter. Auf die Abhängigkeit der Funktionsbesserung vom Alter der Schwarte weisen Patton, Watson und Gaensler wie auch Bolt, Knipping und Rink sowie Maurath hin.

Kollapstherapie. (Tabelle 7, 8 und 11a)

Pneumolyse.

Bei den 48 untersuchten Patienten fiel der praeoperative Wert im direkten AGW um 15% des Anfangswertes (= 5,3 Liter = 8,3% des Sollwertes), im indirekten AGW sogar um 25% des praeoperativen Wertes (12,5 Liter = 17,3% des Sollwertes) ab. Die Einbuße entsprach also etwa der Minderung des AGW an praeoperativem Wert nach Bilobektomie, wobei aber der Restwert mit 30,9 Liter =37,2 % des Sollwertes im direkten, sowie 37,7 Liter = 58,9% des Sollwertes im indirekten AGW günstiger ist. Die Differenz zwischen direktem und indirektem AGW entspricht den in der Gruppe der Resektionen gemessenen Werten.

Der direkte AGW stieg bei 14 Patienten (= 29% der Fälle) an, blieb bei einem Patienten unverändert und sank bei den übrigen Patienten (= 69% der Fälle) ab.

Aufteilung der Veränderungen in Prozent des praeoperat. Wertes:

Anstieg des direkten AGW

bis 20%: 4 Patienten = 8% der Operierten
20—40%: 7 Patienten = 15% der Operierten
über 40%: 3 Patienten = 6% der Operierten

Abnahme des direkten AGW

bis 20%: 11 Patienten = 23% der Operierten
20—40%: 11 Patienten = 23% der Operierten
über 40%: 11 Patienten = 23% der Operierten

In einem Fall blieb der direkte AGW unverändert.

Der indirekte AGW stieg nur in einem Fall an, blieb in 2 Fällen (= 4% der Patienten) unverändert und sank bei den übrigen 15 Patienten (= 94% der Fälle).

Weder im direkten noch im indirekten AGW wurde die von Maurath für die Indikation zur Kollapstherapie angegebene Grenze von 25% des Sollwertes unterschritten.

Verluste von 8% bis 12% des Sollwertes gibt Gaubatz an. Er stellte bei 170 Funktionsprüfungen des AGW:
in 43% der Fälle eine Abnahme um 9,9% des Sollwertes,
in 33% der Fälle ein Gleichbleiben,
in 24% der Fälle einen Anstieg um 8,3% des Sollwertes fest.

Meyer fand ähnliche Werte:
bei 36% eine Abnahme des AGW,
bei 36% ein Gleichbleiben des AGW,
bei 28% eine Zunahme des AGW.

Maurath sah bei seinen Patienten Durchschnittsverluste von 12 Liter = 14% des praeoperativen Wertes, Petit beschrieb Minderungen von 39 Liter = 44%, bei Lage des Pneumolysenbodens in der Höhe der 6. Rippe. 14 Tage post operationem stellten Gaensler und Strieder Verluste von 2% des AGW fest.

Thorakoplastik.

In der ersten Gruppe von 10 Patienten (Thorakoplastik 1 bis 5 bzw. 6 mit Scapulaspitzenresektion) sank der direkte AGW um 11% (6,4 Liter = 13,5% des Sollwertes), der indirekte AGW um 9% (6,5 Liter = 18,6% des Sollwertes). Viel stärker war der Verlust bei den 7 Patienten der zweiten Gruppe (ohne Scapulaspitzenresektion). Dem Verlust von 28% des Anfangswertes (9,3 Liter = 14,3% des Sollwertes) im direkten AGW steht eine Herabsetzung um 27% (10,4 Liter = 14,4% des Sollwertes) im indirekten AGW gegenüber. Der Verlust an AGW, gemessen an der praeoperativen Höhe, reicht an die Reduktion nach Pneumektomie heran. Die Spanne zwischen direktem und indirektem AGW war bei diesen beiden Gruppen etwa ebenso groß wie bei den zuvor besprochenen Gruppen.

In der ersten Gruppe besserte sich im einzelnen bei 3 Patienten (= 30% der Fälle) der direkte AGW (Maximum: + 47%), während der indirekte AGW nur bei einem Patienten anstieg.

In der zweiten Gruppe besserte sich der AGW bei direkter Bestimmung bei zwei Patienten (= 28% der Fälle), der indirekte AGW sank in allen Fällen ab.

Vor dem Eingriff wurde weder im direkten noch im indirekten AGW die von Maurath verlangte Grenze von 25% des Sollwertes unterschritten.

Für die Obergeschoßplastik gibt Gaubatz Verluste von 19% bis 24% des Sollwertes, für die Spitzenplastiken von 9% bis 15% des Sollwertes an.

Gaensler und Strieder sahen Reduktionen um 27%. 132 Patienten untersuchte Petit 5 bis 12 Monate nach Spitzenplastiken und fand eine Herabsetzung um 11 Liter = 14% bis 18%, Landis und Weisel beschrieben bei gleicher Ausdehnung Minde-

rungen des AGW um 11.3%. Heine und Hell konnten bei Spitzenplastiken (1 bis 5) Verluste von 23% messen.

Zur Erklärung der verhältnismäßig hohen Verluste nach Pneumolyse muß auf die Darlegungen bei der Besprechung der VK auf Seite 24 zurückgegriffen werden. An dieser Stelle wurde erörtert, daß es sich bei den Funktionsprüfungen nach Pneumolyse um einige Wochen nach dem Eingriff durchgeführte Messungen handelt; es ist anzunehmen, daß zu diesem Zeitpunkt die Lunge der operierten Seite funktionell noch weitgehend ausgeschaltet war. Bei den Funktionsprüfungen nach Thorakoplastik schneidet die Gruppe der Patienten, bei welchen auch noch eine Scapulaspitzenresektion vorgenommen wurde, besonders gut ab.

e) Nachuntersuchungen

Bei 14 Patienten war es möglich, die funktionellen Änderungen mehrere Monate nach der Resektion zu verfolgen.

Die Veränderungen wurden zahlenmäßig in Tabelle 12a, 12b und 12c aufgeführt. Bei der graphischen Darstellung in Tabelle 13 und 14 wurden berücksichtigt:

1. die VK in Prozent des Sollwertes;
2. der im Tiffeneau-Test gemessene Wert in Prozent der VK;
3. der direkte AGW in Prozent des Sollwertes;
4. der indirekte AGW in Prozent des Sollwertes.

(Die bei der graphischen Darstellung gebrauchte Bezeichnung durch Ziffern stimmt mit der Numerierung der Fälle in Tabelle 12a bis 12c überein.)

Die VK besserte sich in allen Fällen, mit Ausnahme des 54jährigen Karzinomkranken, bedeutend. Besonders gut ist die Besserung der VK bei jenen Patienten zu erkennen, die mehreren Nachkontrollen unterzogen werden konnten.

Der Anstieg der VK läßt annehmen, daß es zu einer weiteren Entfaltung des durch den Eingriff irritierten Lungengewebes und in manchen Fällen auch zu einer Hypertrophie des Lungenparenchyms gekommen ist.

Im Tiffeneau-Test ist jedoch ein leichtes Absinken des Prozentwertes zu erkennen, während der absolute Wert, wie es aus dem indirekten AGW zu erkennen ist, anstieg. Nach Kapferer wäre aus diesem Absinken des Prozentwertes auf die Ausbildung eines Emphysems zu schließen.

Der AGW besserte sich sowohl bei der direkten als auch bei der indirekten Ermittlung. Der Anstieg der funktionellen Reserven ist wohl vor allem auf die teilweise Beseitigung des durch die Thorakotomie gesetzten Schadens (Verödung der Pleurahöhle mit Schwarten-

bildung) durch Resorption der Pleuraschwarte unter dem Einfluß der Atemgymnastik zurückzuführen.

Bemerkenswert ist, daß sich direkter und indirekter AGW in ihrem Wert umso mehr nähern, je länger die Operation zurückliegt. Von den Untersuchungen von Bücherl und von Otis ausgehend, kann man annehmen, daß in längerem Abstand nach dem Eingriff die bei der Ermittlung des direkten AGW notwendige Arbeitsleistung der Atemmuskulatur und der damit auftretende Sauerstoffverbrauch vom Organismus wieder leichter bewältigt wird als kurze Zeit nach der Operation.

Schließlich sei noch auf den Fall Nr. 4 hingewiesen. Hier ist, wie der Vergleich mit dem indirekten AGW zeigt, in der dritten postoperativen Kontrolle bei der direkten Bestimmung des AGW wahrscheinlich ein Fehler unterlaufen, zumal auch die VK und der Tiffeneau-Test bei dieser Nachuntersuchung gute Ergebnisse aufwiesen. Durch die Bestimmung des indirekten AGW wird in diesem Fall auf den Fehler aufmerksam gemacht.

4. Zusammenfassung

Allgemeiner Teil

a) Die Vitalkapazität.

Die VK ist seit der Einführung des Spirometers durch Hutchinson zur bekanntesten Größe innerhalb der Lungenfunktionsprüfung geworden. Ihre Höhe ist von intra- und extrapulmonalen Faktoren abhängig und kann daher von diesen beiden Seiten eingeschränkt werden. Die VK gibt jedoch nur über das maximale Atemvolumen, nicht aber über die Widerstände im Lungenparenchym und innerhalb der Atemwege Aufschluß, da bei ihrer Ermittlung der Zeitfaktor unberücksichtigt bleibt. Daher erlaubt sie auch keine Schlüsse auf die Leistungsfähigkeit der Atmung.

b) Der Tiffeneau-Test.

Aus dem Tiffeneau-Test ist es hingegen möglich, die Dynamik der Lunge zu beurteilen, da hier Exspirationszeit zu Exspirationsvolumen in Beziehung gesetzt wird. Der im Tiffeneau-Test ermittelte absolute Wert wird der Berechnung des indirekten AGW zugrunde gelegt, der in Prozent der VK angegebene Wert wird als nutzbarer Anteil der VK bezeichnet.

c) Der Atemgrenzwert.

Der AGW, 1933 von Hermannsen als Leistungsprüfung der Lunge erarbeitet, gibt Aufschluß über die funktionellen Reserven, die unter Arbeitsbelastung zur Verfügung stehen. Über die Technik der Ermittlung sind die Ansichten bis heute geteilt. Da die direkte Bestimmung den Patienten stark belastet, wird nach dem Vorschlag verschiedener Autoren in den letzten Jahren der sogenannte indirekte AGW aus dem im Tiffeneau-Test ermittelten absoluten Wert errechnet.

Über die als Norm anzusehenden Sollwerte sind die Meinungen einzelner Autoren ebenfalls abweichend.

Bei den hier untersuchten Patienten wurden für die VK, die in der allgmein üblichen Weise geprüft wurde, Sollwerte von Gaubatz benützt.

Der Sollwert für den AGW, der direkt durch forcierte Atmung mit einer AF von 28 bis 34/min über eine halbe Minute und indirekt durch Multiplikation des absoluten Wertes des Tiffeneau-Testes mit 30 bestimmt wurde, stammt ebenfalls aus empirischen Tabellen von Gaubatz.

Spezieller Teil

Praeoperative und postoperative Lungenfunktionsprüfungen bei 158 Patienten, die durch Resektion, Dekortikation und Kollapstherapie behandelt wurden, konnten ausgewertet werden.

a) Die Vitalkapazität.

Vor sämtlichen Operationen war die VK dem Sollwert gegenüber herabgesetzt. Dabei ist bei den Resektionen sowohl praeoperativ als auch postoperativ eine gewisse Abstufung nach dem Ausmaß des pathologisch veränderten Lungenparenchyms bzw. des resezierten Gewebes zu erkennen. Vor Dekortikation ist die VK besonders niedrig.

Durch den Eingriff wurde in allen Gruppen, mit Ausnahme der Besserung nach Dekortikation, die VK weiter herabgesetzt. Die Verluste entsprechen aber nur teilweise dem Parenchymverlust. So sind die Minderungen nach Segmentresektion besonders hoch. Diese starken Einbußen fallen aber vor allem der schädigenden Wirkung der Thorakotomie, Parenchymwunde und notwendigen Drainage zur Last. Da die funktionsschädigende Pleuraschwarte allmählich abgebaut wird, sind die Verluste längere Zeit nach dem Eingriff, wie es aus den Nachkontrollen hervorgeht, geringer.

Die Resektion unter Thorakoplastik setzte, im Gegensatz zu den in der Literatur gefundenen Untersuchungen, die VK weiter herab.

b) Der Tiffeneau-Test.

Die Veränderung des absoluten Wertes im Tiffeneau-Test wird bei der Erörterung des AGW besprochen, da der Berechnung des indirekten AGW der im Tiffeneau-Test ermittelte absolute Wert zugrunde liegt.

Im Porzentwert blieben praeoperativ alle Gruppen unter dem als untere Grenze des Normalbereiches angegebenen Wert von 70% der VK. Die höchsten Werte waren bei Patienten, die schon durch eine Thorakoplastik vorbehandelt worden waren, zu finden.

Nach dem Eingriff wurde in allen Gruppen der nutzbare Anteil der VK prozentual besser, wie es der Ausschaltung von funktionsuntüchtigem Lungenparenchym entspricht.

Da jedoch der absolute Wert, wie es auch aus dem indirekten AGW abzulesen ist, absank, bedeutet der Anstieg des Prozentwertes keine echte Besserung der Leistungsfähigkeit, sondern nur eine günstigere Nutzung der verbliebenen VK.

Bei Nachkontrollen sank der in Prozent gemessene Tiffeneau-Wert leicht ab. Nach Kapferer würde dieses Verhalten auf die Entwicklung eines Emphysems hinweisen.

Die von Scherrer gezogene Indikationsgrenze, die bei 45% der VK liegt, wurde nur in wenigen Ausnahmefällen unterschritten.

c) Der Atemgrenzwert.

Der AGW ist ebenfalls schon praeoperativ eingeschränkt. Bei den Resektionen ist, wie schon bei der VK, eine Übereinstimmung zwischen praeoperativer Reduktion des AGW und Ausmaß des erkrankten Gewebes zu erkennen. In jenen Gruppen, die besonders viel Bronchiektatiker sowie an Karzinom und chronischer Pneumonie Erkrankte enthalten, ist die Einschränkung des AGW besonders deutlich. Bei den Bronchiektatikern spielt dabei die Erschwerung der Exspiration durch die chronische Bronchitis mit der bei diesen Patienten häufig anzutreffenden spastischen Komponente eine schädigende Rolle. Die an Karzinom und chronischer Pneumonie erkrankten, meist älteren Patienten leiden oft ebenfalls an einer chronischen Bronchitis; häufig hat sich bei ihnen auch schon ein altersbedingtes Emphysem ausgebildet.

Die Untersuchungen von B ü c h e r l, wonach bei Lungenkranken der direkte AGW niedriger als der indirekt ermittelte Wert liegt, wurden in allen Gruppen bestätigt. Durch den Eingriff wurde in allen Gruppen, die Dekortikationen ausgenommen, der AGW weiterhin gemindert. Der Verlust entsprach am allgemeinen dem Ausmaß des Parenchymverlustes; nur nach Segmentsresektion ist die Einbuße, besonders an indirektem AGW, wegen der bereits erwähnten Entstehung einer Pleuraschwarte höher.

Bronchiektatiker und Karzinomkranke sowie Patienten mit chronischer Pneumonie erlitten postoperativ die höchsten Verluste. Die dafür in Frage kommenden Ursachen wurden bereits erwähnt.

Bei Spätkontrollen kommt eine Besserung des AGW in Abhängigkeit von der Zeitspanne nach der Operation zum Ausdruck. Die Besserung der Atemfunktion, die vor allem bei den Nachkontrollen nach Segmentresektion deutlich ist, kann auf die Resorption der funktionsschädigend wirkenden Pleuraschwarte zurückgeführt werden.

Die starke Minderung des AGW nach Pneumolyse kann man nicht als ein endgültiges Funktionsergebnis werten, da die Untersuchungen der operierten Patienten kurze Zeit nach dem Eingriff erfolgten, zu einem Zeitpunkt also, da die operierte Seite noch mehr oder weniger vollständig durch mangelhafte Entfaltung des Unterlappens sowie durch den Wundschmerz funktionell ausgeschaltet war.

In der Regel wurde die von S c h e r r e r aufgestellte Forderung, einen AGW unter 45% des Sollwertes als Kontraindikation anzusehen, eingehalten.

Die von R o s s i e r sowie C r a f o o r d und B i r a t h gezogene Grenze, die einen AGW von 30 Liter als geringsten für die Indikationsstellung möglichen Wert ansehen, sollte vor allem für den indirekten Wert gelten.

Es ist zu empfehlen, jeweils den direkten wie auch den indirekten AGW zu ermitteln, da es so seltener zu Fehlbestimmungen kommen kann.

Auch ist die Errechnung der VK und des AGW in Prozent des praeoperativen Wertes günstig, da nach diesem Maß, ebenso wie in der Beurteilung in Prozent des Sollwertes, die Bedeutung des jeweiligen Verlustes für den einzelnen Patienten viel besser ausgedrückt wird und so auch Vergleiche mit Literaturangaben sehr viel zuverlässiger sind.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß es sich bei den vorliegenden Untersuchungen, mit Ausnahme einiger Nachkontrollen, um Funktionsprüfungen handelt, die vor Erreichen eines stationären Zustandes durchgeführt wurden. Sie können daher nur Hinweise auf den unmittelbar nach dem Eingriff zu erwartenden Funktionszustand geben.

Tabellen

Art der Resektion	z	a	VK				Tiffeneau-Test				direkter AGW				indirekter AGW			
			ccm		% Soll		ccm		% VK		Liter		% Soll		Liter		% Soll	
			v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n
Pneumekt. re.	4	51,2	2722	1247	70,0	38,6	1335	712	49,0	57,1	30,4	17,9	88,3	52,5	40,0	21,4	116,9	62,2
Pneumekt. li.	11	48,5	2130	1404	62,0	40,7	1306	896	61,3	63,8	32,6	24,0	83,6	60,3	39,1	26,9	102,3	65,9
Pneumkt. unt. Thorakoplast.	2	28,0	1680	1065	44,2	28,0	1125	720	67,0	67,6	25,2	18,7	33,2	24,6	33,7	21,6	44,4	28,4

Tabelle 1

Funktionelle Änderungen durch Pneumektomie

Art der Resektion	z	a	VK				Tiffeneau-Test				direkter AGW				indirekter AGW			
			ccm		% Soll		ccm		% VK		Liter		% Soll		Liter		% Soll	
			v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n
Bilobektomie	10	34,9	2280	1560	60,0	46,9	1351	960	59,2	61,5	28,5	24,8	50,6	44,4	40,5	29,0	70,9	49,3
Bilobekt. unt. Thorakoplast	1	41,4	1140	1050	38,0	35,0	780	795	68,4	75,7	22,5	20,4	37,5	34,0	23,4	23,8	39,0	39,7
Bilobekt. unt. Thorakoplast.	1	34,5	2520	1890	74,2	55,6	1230	1080	48,8	57,2	31,7	24,4	46,6	35,7	36,9	32,4	54,3	47,7

Tabelle 2

Funktionelle Änderungen durch Bilobektomie

z = Anzahl v = vor der Operation
a = Alter n = nach der Operation

Art der Resektion	z	a	VK ccm v	VK ccm n	VK % Soll v	VK % Soll n	Tiffeneau-Test ccm v	Tiffeneau-Test ccm n	Tiffeneau-Test % VK v	Tiffeneau-Test % VK n	direkter AGW Liter v	direkter AGW Liter n	direkter AGW % Soll v	direkter AGW % Soll n	indirekter AGW Liter v	indirekter AGW Liter n	indirekter AGW % Soll v	indirekter AGW % Soll n
Lobektomie re. Oberlapp.	14	40.7	3197	2083	85.7	59.7	1729	1340	57.2	64.5	37.4	33.0	75.7	66.4	51.9	40.2	105.7	82.0
Lobektomie li. Oberl.	4	37.5	2449	2182	73.2	65.0	1687	1762	58.9	80.8	47.3	47.6	89.8	90.2	50.6	52.9	101.7	106.7
Lobektomie re. Mittell.	2	46,5	2550	1380	82.2	45.1	1425	810	56.0	58.7	23.3	19.1	55.0	50.0	42.7	24.3	103.5	67.4
Lobektomie re. Unterl.	7	34.9	2293	1787	64.7	51.1	1097	1097	47.9	61.4	29.7	25.2	46.9	38.3	32.7	32.9	53.6	54.0
Lobektomie li. Unterl.	5	39.6	2796	2058	83.0	62.1	1632	1458	58.4	70.8	45.1	34.7	84.6	70.2	49.0	43.8	95.9	86.0
Lobektomie + Thorakopl.	5	41.6	2472	1828	72.0	53,4	1414	1254	57.2	68.6	36.4	30.4	67.8	54.9	42.2	37.6	80.1	65.2

Tabelle 3 Funktionelle Änderungen durch Lobektomie.

Art der Resektion	z	a	VK ccm v	VK ccm n	VK % Soll v	VK % Soll n	Tiffeneau-Test ccm v	Tiffeneau-Test ccm n	Tiffeneau-Test % VK v	Tiffeneau-Test % VK n	direkter AGW Liter v	direkter AGW Liter n	direkter AGW % Soll v	direkter AGW % Soll n	indirekter AGW Liter v	indirekter AGW Liter n	indirekter AGW % Soll v	indirekter AGW % Soll n
Segmentres. 1 Segment	11	28.1	3328	2347	88.8	62.6	2254	1759	67.8	74.9	50.4	45.1	66.1	60.3	67.6	52.8	89.6	70.3
Segmentres. 2 Segmente	9	27.6	2331	1973	75.6	58.5	1460	1360	62.7	69.1	34.3	32.5	63.2	56.0	43.8	40.8	77.0	70.6
Segmentres. 3 Segmente	3	35.7	3220	2150	87.5	58.2	1800	1340	55.9	62,4	42.3	39.7	58.2	54.7	54,0	40.2	75,1	55.5
Segm. Res.2S. + Thorakopl.	1	43.0	3060	1620	99.0	52.3	1680	1020	54,9	63.0	44,0	22,5	71.0	36.3	50.4	30.6	81.2	40.4

Tabelle 4 Funktionelle Änderungen durch Segmentresektion. z=Anzahl, a=Alter, v=vor d. Operation, n=nach d. Operation

Art der Resektion	z	a	VK				Tiffeneau-Test				direkter AGW				indirekter AGW			
			ccm		% Soll		ccm		% VK		Liter		% Soll		Liter		% Soll	
			v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n	v	n
Pneumektomie	15	48,2	2288	1362	64,1	40,2	1314	847	57,4	62,1	32,0	22,3	85,1	58,2	39,3	25,4	106,3	64,9
Bilobektomie	10	34,9	2280	1560	60,0	46,9	1351	960	59,2	61,5	28,5	24,8	50,6	44,4	40,5	29,0	70,9	49,3
Lobektomie	32	39,3	2708	1983	79,0	57,9	1552	1325	57,5	67,0	37,3	32,5	72,0	62,8	46,5	39,8	92,1	78,7
Segmentresektion	23	28,6	2922	2175	83,5	60,4	1884	1548	64,5	71,4	43,0	39,5	63,7	58,0	56,5	46,5	82,8	68,5

Tabelle 5

Zusammenfassung der funktionellen Änderungen durch Resektionen. (Patienten mit Thorakoplastik blieben bei dieser Aufstellung unberücksichtigt.)

z = Anzahl v = vor der Operation
a = Alter n = nach der Operation

Art der Operation	z	a	VK ccm v	VK ccm n	VK % Soll v	VK % Soll n	Tiffeneau-Test ccm v	Tiffeneau-Test ccm n	Tiffeneau-Test % VK v	Tiffeneau-Test % VK n	direkter AGW Liter v	direkter AGW Liter n	direkter AGW % Soll v	direkter AGW % Soll n	indirekter AGW Liter v	indirekter AGW Liter n	indirekter AGW % Soll v	indirekter AGW % Soll n
Dekortikation	3	31,0	1830	2255	47,6	58,9	920	1465	50,3	65,0	26,8	32,4	34,8	41,7	27,6	43,9	35,8	55,7

Tabelle 6

Funktionelle Änderungen durch Dekortikation.

Art der Operation	z	a	VK ccm v	VK ccm n	VK % Soll v	VK % Soll n	Tiffeneau-Test ccm v	Tiffeneau-Test ccm n	Tiffeneau-Test % VK v	Tiffeneau-Test % VK n	direkter AGW Liter v	direkter AGW Liter n	direkter AGW % Soll v	direkter AGW % Soll n	indirekter AGW Liter v	indirekter AGW Liter n	indirekter AGW % Soll v	indirekter AGW % Soll n
Pneumolyse	48	27,9	2808	1896	77,5	53,0	1679	1241	59,8	65,5	36,2	30,9	56,7	48,4	49,7	37,2	76,2	58,9

Tabelle 7

Funktionelle Änderungen durch Pneumolyse.

Art der Operation	z	a	VK ccm v	VK ccm n	VK % Soll v	VK % Soll n	Tiffeneau-Test ccm v	Tiffeneau-Test ccm n	Tiffeneau-Test % VK v	Tiffeneau-Test % VK n	direkter AGW Liter v	direkter AGW Liter n	direkter AGW % Soll v	direkter AGW % Soll n	indirekter AGW Liter v	indirekter AGW Liter n	indirekter AGW % Soll v	indirekter AGW % Soll n
Thorakoplastik 1-5 (6) + Scapulaspitze	10	39,9	2721	2118	72,9	56,3	1563	1359	56,3	64,7	38,5	32.1	80,3	66,8	47,3	40,8	102,3	85,7
Thorakopl. 1-5 (bzw. 6)	7	36,1	2079	1393	67,2	42,0	1313	964	63,0	69,2	33,5	24,2	51,8	37,5	39,3	28,9	59,5	45.1

Tabelle 8

Funktionelle Änderungen durch Thorakoplastik.

z = Anzahl v = vor der Operation
a = Alter n = nach der Operation

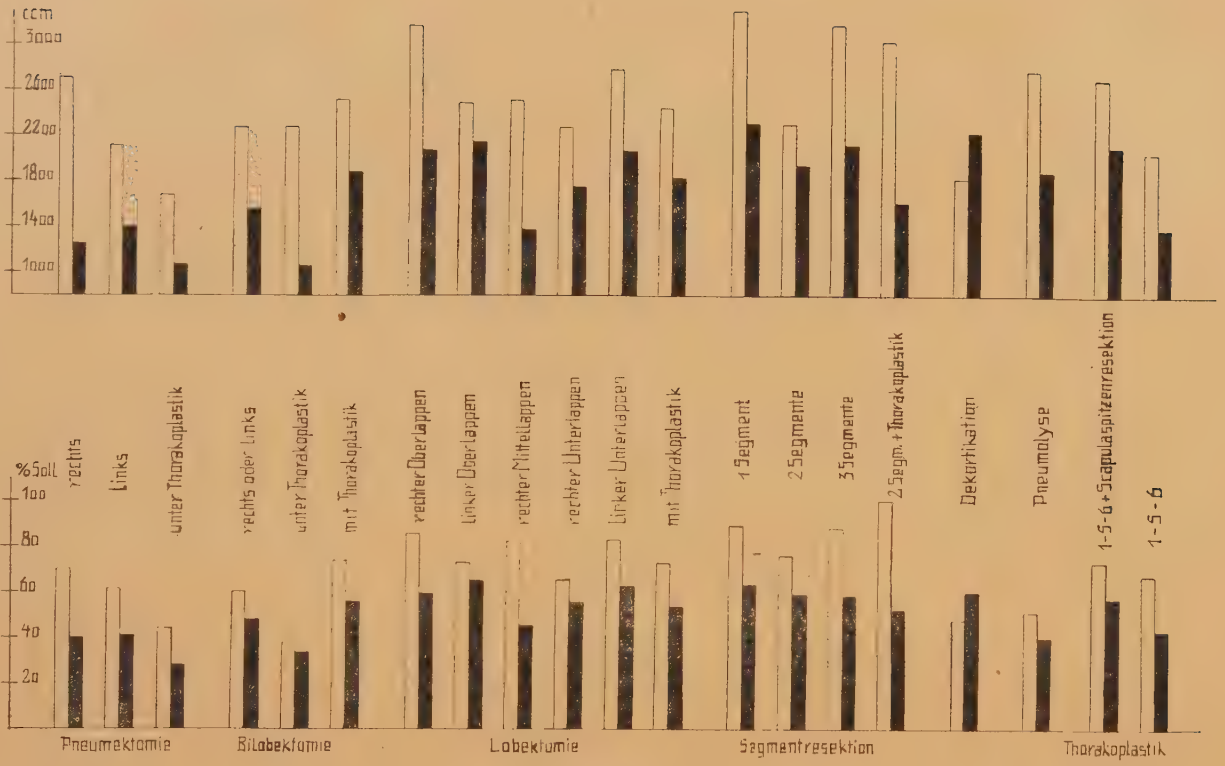

Tabelle 9

Änderung d. absoluten u. prozentualen Wertes d. VK im Verlauf d. operativen Behandlung

Tabelle 10

Änderung das nutzbaren Anteiles der VK (Tiffeneau-Test) im Verlauf der operativen Behandlung

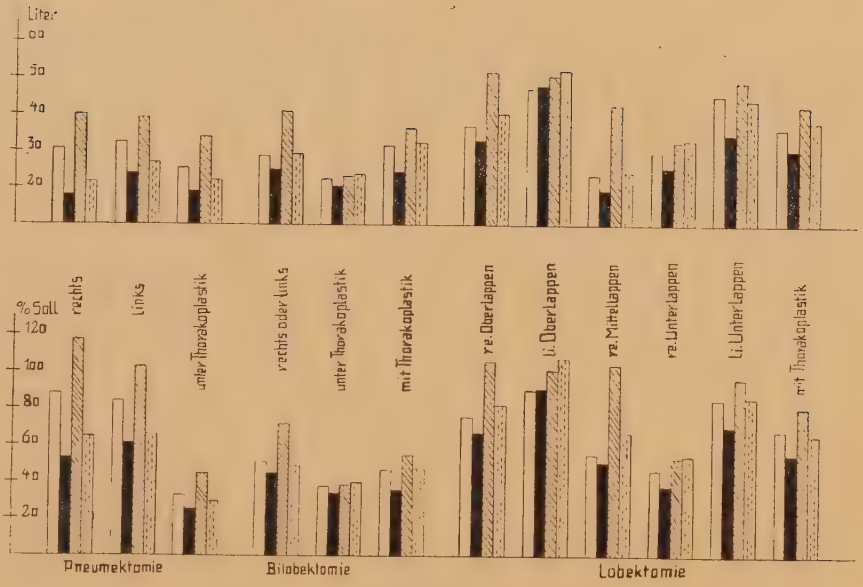

Tabelle 11

Änderung des direkten und indirekten AGW im Verlauf der operativen Behandlung

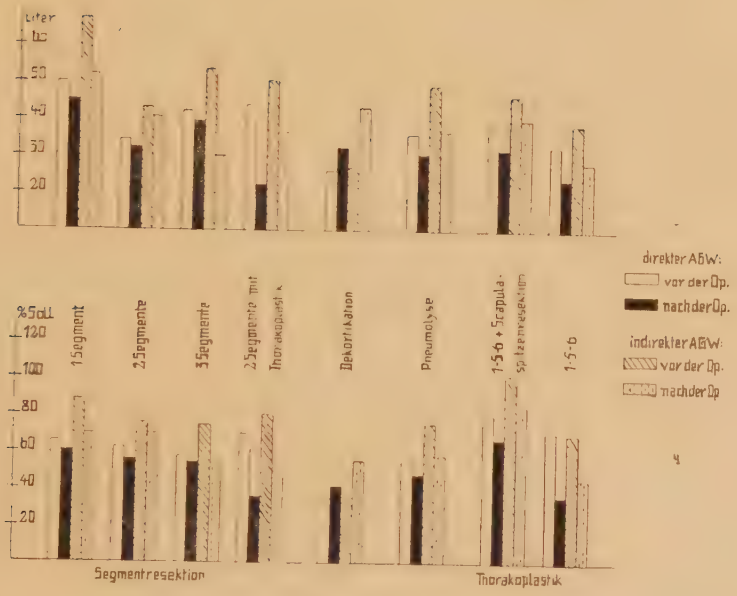

Tabelle 11a

Änderung des direkten und indirekten AGW im Verlauf der operativen Behandlung

Pat.	Alter	Diagnose	Art der Operation	Zeit	VK		Tiffeneau		direkter AGW			indirekter AGW		
					ccm	% Soll	ccm	%VK	l	% Soll	% P.W.	l	% Soll	% P.W.
1	54	Plattenepith.	Pneumektomie	vor der Operation	2250	64,3	1110	49,3	31,9	91,2		33,3	95,6	
L. Z.		Carcinom	links	6 Wo pop.	1560	44,5	885	56,7	35,0	100,0	+ 9,4	26,5	75,8	- 20,4
				21 Wo pop.	1650	47,0	1125	68,0	29,5	84,8	— 7.4	33,7	96,0	+ 1,2
				12 Mo pop.	1605	45,9	1050	65,7	32,4	92,6	+ 4,8	21,5	90,0	5,0
2	37	Bronchiek-	Bilobektomie	vor der Operation	2190	60,9	1380	63,0	20,3	28,2		41,4	57,5	
W. H.		tasen	re. Mittel- und	7 Wo pop.	1260	35,0	690	54,7	9,9	13,7	—51,3	20,7	28,8	—50,0
			Unterlappen	23 Mo pop.	2055	57,0	1440	70,2	37,2	51,6	+83,0	43,2	61,4	+ 6,8
3	17	Bronchial-	Bilobektomie	vor der Operation	3300	80,6	2250	68,2	54,6	66,8		67,5	82,5	
A. K.		adenom	re. Mittel- und	10 Wo pop.	2400	58,6	1770	73,7	59,5	72,7	+ 9,0	53,1	64,8	—21,3
			Unterlappen	9½ Mo pop.	3270	79,8	2027	62,1	54,0	65,9	— 0,8	60,7	74,1	— 9,2
4	23	Bronchiek-	Lobektomie	vor der Operation	3210	82,4	1740	54,2	36,5	46,8		52,2	67,0	
H. K.		tasen	re. Unterlappen	4 Wo pop.	2070	53,0	1350	65,2	56,2	72,1	+54,6	40,5	52,0	- 22,3
				8 Wo pop.	2610	66,9	1830	70,1	55,4	71,0	+51,5	54,9	70,3	+ 4,9
				4 Mo pop.	2790	71,6	1920	71,5	24,8	31,8	—32,0	57,6	74,0	+10,0
				11½ Mo pop.	2090	79,2	1890	61,2	56,4	72,2	+54,0	56,7	72,9	+ 8,6
5	31	Bronchiek-	Lobektomie	vor der Operation	3120	91,8	1380	44,2	32,4	47,7		41,4	60,9	
R. N.		tasen	li. Unterlappen	7 Wo pop.	1950	57,4	1320	67,7	24,5	36,0	—24,4	39,6	58,3	— 4,0
				5½ Mo pop.	2430	71,6	1695	69,8	44,0	65,8	+34,3	50,8	74,8	+23,0
				10 Mo pop.	2715	80,0	1785	65,8	51,5	76,0	+58,5	53,5	78,9	+29,5

Tabelle 12a

Nachuntersuchungen

% Soll = % des Sollwertes
% PW = % des praeoperat. Wertes

Pat.	Alter	Diagnose	Art der Operation	Zeit	VK		Tiffeneau		direkter AGW			indirekter AGW		
					ccm	% Soll	ccm	% VK	l	% Soll	% P.W.	l	% Soll	% P. W.
6 J. R.	50	Bronchiektasen	Lobektomie re. Unterlappen	vor der Operation	2280	73,6	1080	47,4	25,0	80,4		32,4	104,6	
				3½ Mo pop.	2100	67,7	1140	54,3	15,1	48,8	— 39 4	34,2	110,4	+ 5,5
				9 Mo pop.	2190	70,6	1275	58,3	30,0	96,0	+ 21.2	38,2	123,5	+18,0
7 J. W.	37	Tuberkulose	Lobektomie re. Oberlappen	vor der Operation	4080	113.2	2670	65,5	20,2	28,0		80,1	125,0	
				3 Wo pop.	1800	50,0	1170	65,1	33,3	46,2	+ 65.5	35,1	48,7	- 56,3
				12 Mo pop.	3600	100,0	2400	66,6	39.6	54,9	+ 92.0	72.0	100,0	—10,0
8 A. Sch.	25	Tuberkulose	Lobektomie li. Oberlappen + Thorakoplastik	vor der Operation	3960	99,0	2210	55,8	52,3	65,3		66,3	82,9	
				9 Wo pop.	2520	63,0	1770	70,3	42.8	53,6	— 18,0	53,1	66,4	—20,0
				11 Mo pop.	2940	73,2	1890	64,3	46,8	58,5	— 10,4	59,4	74,2	—10,5
9 K. Sch.	57	Plattenepith. Carcinom	Lobektomie re. Oberlappen + Thorakoplastik	vor der Operation	2790	84,6	1320	47,3	28,8	87,4		39,6	120,0	
				6 Wo pop.	1680	51,0	600	35,7	18,0	54,6	— 37,5	18,0	54,6	—54,6
				11 Mo pop.	2100	62,8	870	43,2	26,5	80,5	— 7,8	26,1	79,1	—36,0
10 P. A.	37	Lungen-abszess	Segmentresektion 5. Segm. li.	vor der Operation	4170	116,0	2970	71,2	67.3	93,6		89,1	123,6	
				3 Wo pop.	2870	79,8	1950	68,0	52,9	73.4	— 21.3	58,5	81,3	—34,3
				4½ Mo pop.	3480	93,0	2610	75,0	68,4	95,0	+ 1,4	78,3	108,4	—12,1
				7½ Mo pop.	3780	105,6	2610	69,2	77,5	107,4	+10,0	78,3	108,4	12.1

Tabelle 12b

Nachuntersuchungen

% Soll = % des Sollwertes
% PW = % des praeoperat. Wertes

Pat.	Alter	Diagnose	Art der Operation	Zeit	VK		Tiffeneau		direkter AGW			indirekter AGW		
					ccm	% Soll	ccm	%VK	l	% Soll	%P.W.	l	% Soll	% P.W.
11	26	Tuberkulose	Segmentresektion	vor der Operation	3390	100,0	2340	69,1	75,6	111,0		70,2	103,1	
L. A.			2. Segm. li.	3½ Mo pop.	2250	66,2	1920	85,5	50,4	74,3	—32,2	57,6	84,7	– 18,0
				10½ Mo pop.	2850	84,0	2335	82,0	73,8	108,4	— 2,4	70,0	103,0	0,0
12	24	Tuberkulose	Segmentresektion	vor der Operation	2250	72,6	1440	64,0	31,7	51,1		43,2	69,7	
K. B.			1.+2. Segment	4 Wo poo.	1620	52,2	1170	72,4	18,9	30,5	—40,3	35,1	56,7	—18,7
			links	7 Mo pop.	2055	66,1	1470	71,6	35,1	56,7	+10,8	44,1	71,2	+ 2,2
13	26	Tuberkulose	Segmentresektion	vor der Operation	3210	94,7	2010	62,7	39,6	58,3		60,3	88,8	
L. L.			2. Segm. rechts	6 Wo pop.	2790	82,2	2220	79,7	51,8	76,5	+30,5	66,6	98.0	+10,4
				6½ Mo pop.	3150	92,7	2100	66,8	62,0	92,8	+53,0	63,0	92,8	+ 4,2
14	47	Tuberkulose	Segmentresektion	vor der Operation	4470	135,4	2670	59,7	64,0	196,0		80,1	242,4	
F. S.			1.+2. Segm.	4 Wo pop.	3000	91,0	1800	60,0	40,1	123,6	- 37,4	54,0	164,0	32,5
			rechts	7 Mo pop.	3790	115,0	2100	54,0	65,3	197,0	+ 2,2	63,0	191,0	—21,4

Tabelle 12c

Nachuntersuchungen

% Soll = % des Sollwertes
% PW = % des praeoperat. Wertes

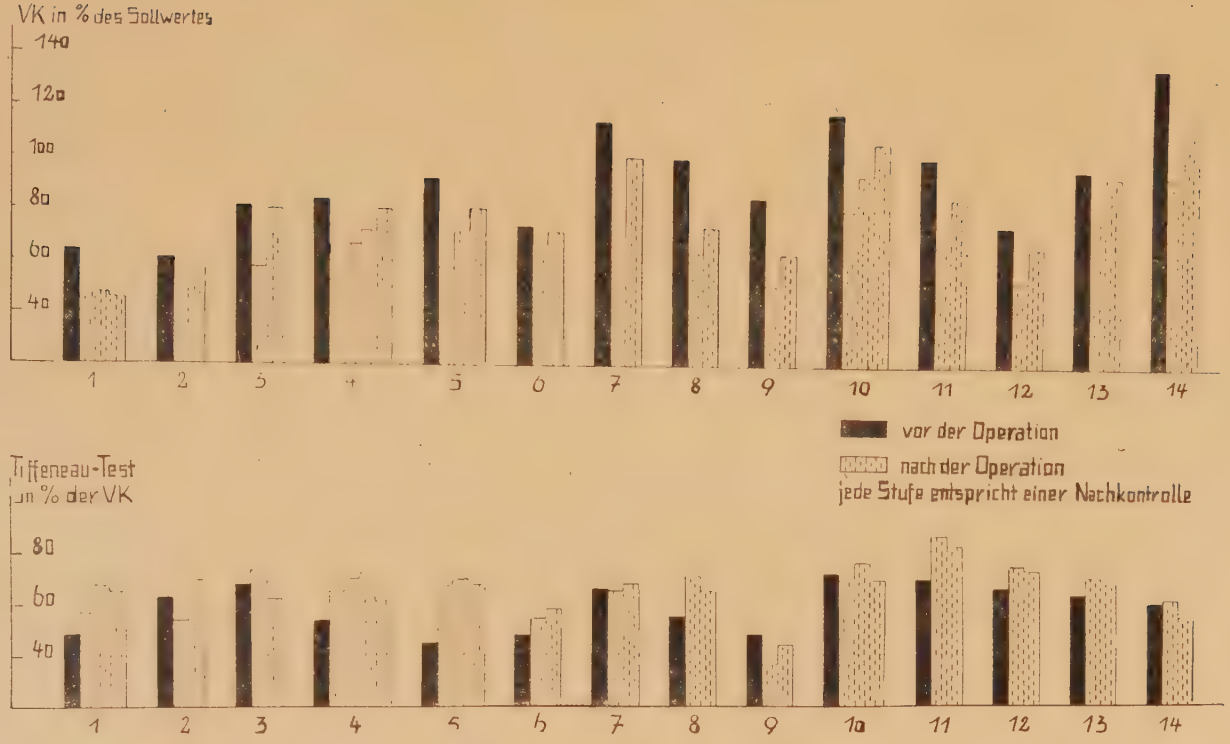

Tabelle 13

VK (in Prozent des Sollwertes) und Tiffeneau-Test (in Prozent der VK) bei nachuntersuchten Patienten

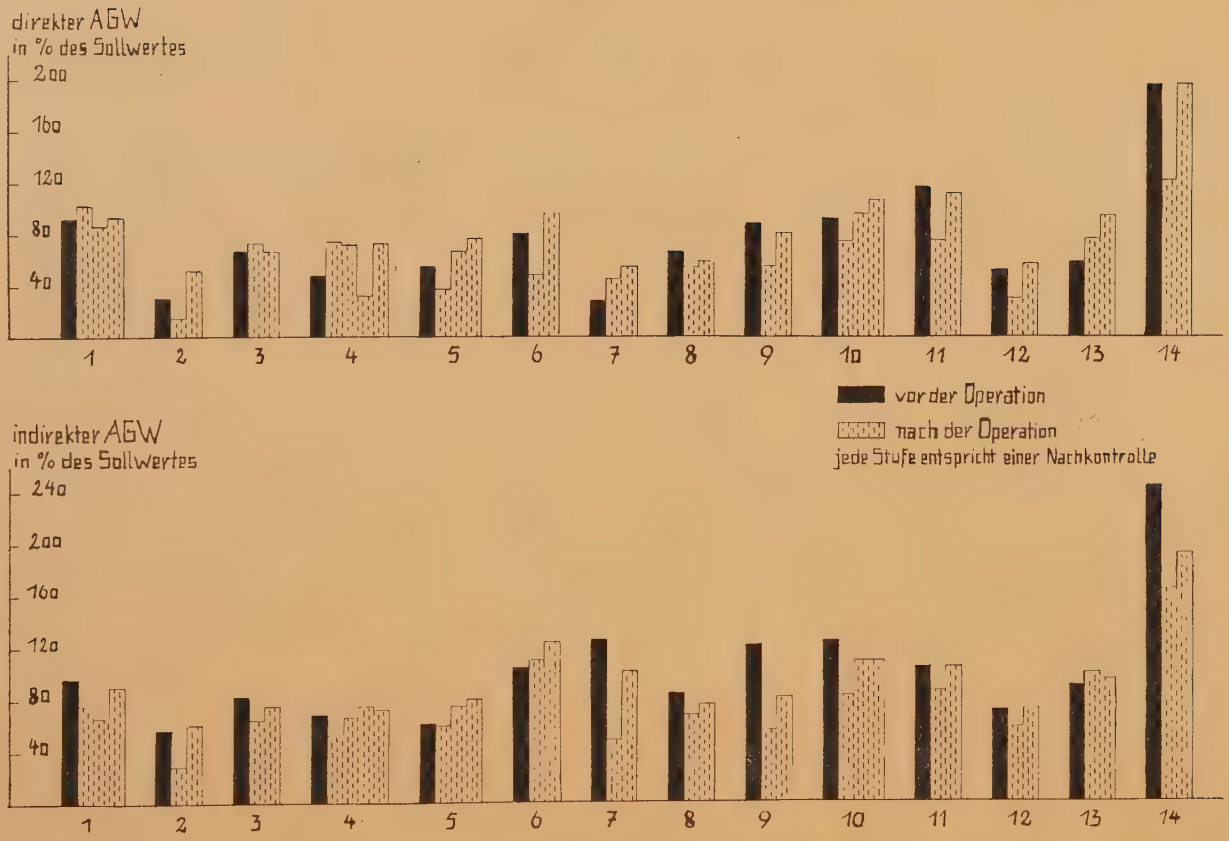

Tabelle 14

Direkter und indirekter AGW (in Prozent des Sollwertes) bei nachuntersuchten Patienten

Herrn Privatdozenten Dr. H. J. Viereck, der mir freundlicherweise das Thema überließ, spreche ich meinen aufrichtigen Dank aus. Besonders danke ich auch für die wertvollen Ratschläge und die Hilfe, die er mir während der ganzen Durchführung der Arbeit zuteil werden ließ.

Ebenso bin ich Herrn Professor Dr. W. Wachsmuth für die freundliche Übernahme des Korreferates zu Dank verpflichtet.

Literatur

Baldwin E., A. Cournand and D. W. Richards: Medicine 17, 243 (1948)
Bernstein L., J. L. D'Silva, D. Mendel: Thorax (London) 7, 255 (1952)
Björk V. D.: J. Thorac. Surg. 26, 65 (1953)
Birath G. u. C. Crafoord: J. Thorac. Surg. 22, 414 (1951)
Böhme A.: Beitr. Klin. Tbk. 91, 237 (1937)
Bolt W., H. W. Knipping, H. Valentin u. H. Venrath: Beitr. Klin. Tbk. 108, 394 (1953)
Bolt W., H. W. Knipping u. H. Rink: Thoraxchirurgie 1, 3, 167 (1953)
Bolt W., H. W. Knipping u. H. Rink: Mü. Med. Wschr. 14, 392 (1953)
Bolt W., H. W. Knipping u. H. Rink: Mü. Med. Wschr. 15, 421 (1953)
Bolt W., H. W. Knipping u. H. Rink: Mü. Med. Wschr. 16, 483 (1953)
Borgard W. u. J. Hermannsen: Beitr. Klin. Tbk. 84, 1, 194 (1933)
Borgard W. u. J. Hermannsen: Klin. Wschr. 13, 9, 329 (1934)
Borgard W., G. Mathiessen, G. Zaeper: Klin. Wschr 16, 11, 385 (1937)
Brauer L. u. W. Wolf: Beitr. Klin. Tbk. 94, 504 (1940)
Bücherl E.: Thoraxchirurgie 3, 3, 211 (1955)

Cara M.: Arch. mal. prof. 6, 613 (1950)
Cara M.: Poumon Paris 7, 457 (1951)
Cara M. et P. Sadoul: Poumon Paris 5/6, 408 (1953)
Cara M. et P. Sadoul: Poumon Paris 5/6, 295 (1953)
Caroll D., J. McClement, A. Himmelstein and A. Cournand: Am. Rev. Tbc. 63, 3, 231 (1951)
Comroe J. H.: Am. Jour. Med. March 51, 356
Cournand A. u. Richards: Am. Rev. Tbc. 44/123 (1941)
Cournand A., R. W. Riley, A. Himmelstein, R. Austrian: J. Thorac. Surg. 19, 8 (1949)
Cugel D. W., N. R. Frank, E. A. Gaensler and Th. Badger: Am. Rev. Tbc. 5, 568 (1953)

Denolin H. et De Coster: Acta tbc. belg. 43, 245 (1952)
van Dijk B.: Diss. Groningen 1953
v. d. Grift L.: Acta tbc. scand. 27, 18 (1953)

Eerland L. D.: Thoraxchirurgie 1, 6, 291 (1953)
Eerland L. D.: Beitr. Klin. Tbk. 11, 191 (1954)
Etsten B. E., R. H. Overholt, J. H. Walker, R. N. Reynolds: New England Journ. Med. 248, 8, (1953)

Gaensler E. A. and J. W. Strieder: J. Thorac. Surg. 20, 744 (1950)
Gaensler E. A. and J. W. Strieder: J. Thorac. Surg. 22, 1 (1951)
Gaensler E. A.: Am. Rev. Tbc. 62, IA. 12 (1950)
Gaensler E. A.: Am. Rev. Tbc. 64, 256 (1951)
Gaubatz E. in Schmidt, Hein, Krämer: Kollapstherapie der Lungentbc.
Gaubatz E.: Beitr. Klin. Tbk. 88, 730 (1936)
Gaubatz E.: Beitr. Klin. Tbk. 91, 201 (1939)

Gaubatz E.: Beitr. Klin. Tbk. 96, 503, (1941)
Geelen E. E. M.: Diss. Groningen 1953
Good, H.: Beitr. Klin. Tbk. 14, 1/2, 246 (1954)
Gray and Green: zit. nach Bücherl

Hadorn W.: Z. klin. Med. 140, 266 (1942)
Hadorn W.: Bull. Schweiz. Akad. Wiss. 7, 39 (1951)
Heine F. u. M. Hell: Beitr. Klin. Tbk. 109, 21 (1953)
Heine F. u. M. Hell: Thoraxchirurgie 1, 6, 389 (1953)
Heine F., W. Benesch u. C. W. Hertz: Z. Tbk. 102, 273 (1953)
Hermannsen J.: Z. exp. Med. 90, 130 (1933)
Hermannsen J.: Beitr. Klin. Tbk. 96, 449 (1941)
Hertz G. W.: Beitr. Klin. Tbk. 112, 446 (1954)
Hertz G. W.: Beitr. Klin. Tbk. 112, 503 (1954)
Hertz G. W.: Thoraxchirurgie 2, 3, 216 (1954)
Hirdes J. J.: Schw. Zschr. Tbk. 8, 392 (1951)
Hirdes J. J.: acta tbc. belg. 51, 476 (1952)
Hirdes J. J. u. G. van Veen: acta tbc. scand. 26, 251 (1952)
Hirdes J. J.: J. frc. Med. Chir. thorac. 1, 1 (1952)
Hueck O. u. M. Zöllner: Thoraxchirurgie 2, 5, 421 (1955)

Jansen K., H. W. Knipping u. K. Stromberger: Beitr. Klin. Tbk. 80, 304, (1932)

Kapferer J. M.: Thoraxchirurgie 1, 6, 547 (1954)
Köster K. u. W. Lent: Beitr. Klin. Tbk. 110, 213 (1953)

Landis F. B. u. W. Weisel: J. Thorac. Surg. 27, 336 (1954)
Louyot P., J. Girard, P. Sadoul et J. P. Grillat: Rev. them. 12, 679 (1951)

Marzahn H., W. Gilbeau u. G. Zaeper: Z. klin. Med. 192, 254 (1935)
Meyer H. J.: Z. Tbk. 99, 5/6, 256 (1952)
Matheson H. W., S. N. Spieß, J. S. Gray and D. R. Barnum: J. Clin. Investigation 29, 682, (1950)
Maier H. C.: Am. Rev. Tbc. 62, 4, 451 (1950)
Maurath J. u. M. Werber: Lang. Arch. dsch. Z. Chir. 269, 496, (1951)
Maurath J.: Dsch. med. Wschr. 1953, 1288
Maurath J.: Lang. Arch. dsch. Z. Chir. 268, 375, (1951)
Maurath J.: Pathophysiologie der Atmung in der Lungenchirurgie.
Monod O. u. W. Schießle: Thoraxchirurgie 2, 1 (1954)

Nuboer H.: Poumon 7, 41 (1951)

Orie N. G.: Fifth postgraduate course Groningen 1955
Overholt R. H., J. H. Walker, B. E. Etsten: J. Thorac. Surg. 25, 40—54 (1953)
Otis A. B.: Physiol. Rev. Baltimore 34, 449 (1954)

Patton, Watson and Gaensler: zit. nach Kapferer.
Petit A.: Act tbc. belg. 44, 386 (1953)
Rohrer: zit. nach Stieve
Rossier P. u. A. Bühlmann: Schweiz. Zschr. Tbk. 7, 1 (1950)
Rossier P., A. Bühlmann, K. Wiesinger: Physiologie u. Pathophysiologie der Atmung (1956)

Sadoul P. u. J. Guilett: Etudes sur la fonction respiratoire au cours de la silicose Dez. 50, 51
Salek J., M. Kopecky a. J. Vojik: Rozhled tbk. 14, 247 (1954)
Scherrer M. u. F. Schmidt: Thoraxchirurgie 2, 5, 429 (1955)
Scherrer M.: Fifth postgraduate course Groningen 1955
D'Silva J.: Brit. Journ. Physic. Med. NS 15, 131 (1952)
Schmidt F., v. d. Broek u. Scherrer: Tubercle 36, 328—335 (1955)
Schmidt F., A. Kostyal u. M. Scherrer: acta davos. 11, 1, 6 (März 1956)
Smith: zit. nach Vargha
Stieve E. F.: Zschr. angew. Bäder-Klimahk. 6, 525 (1955)
Strohl: zit. nach Cara.

Tiffeneau R. u. A. Pinelli: Paris med. 37, 624 (1947)
Tiffeneau R. u. A. Pinelli: J. franc. Med. Chir. thorac. 2, 221 (1948)
Tiffeneau R. u. P. Drutel: J. franc. Med. Chir. thorac. 5, 401 (1949)
Tiffeneau u. Drutel: zit. nach Kapferer.
Tiffeneau R.: J. med. frc. 6, 482 (1948)
Toulou P. et D. Toulou-Leake: Rev. de la Tbc. Ser. 5, 16, 552 (1952)
Taylor W. J., J. B. Petter, J. Whittenberger and M. C. Jacobs: Am. Rev. Tbc. 72, 453—464 (1955)

Vargha G.: Z. Tbk. 106, 3, 154 (1955)
Van Veen: Poumon 8, 51 (1952)
Voßschulte K.: Dsch. med. Wschr. 77, 1147 (1952)
Voßschulte K.: Z. Tbk. 104, 1/3, 15 (1954)
Vaccarezza R. F., A. Lemari, A. Soubrié u. A. J. Alberti: An. Cat. Paty-Clin. tbc 11, 5, (1949)
Vanekova O., a J. Sejnoha: Cas. lék. cesk. 1936, 58

Wachsmuth W. u. R. Schautz: Chirurg, 22, 8, 337 (1951)
Warring F. C. jr.: Am. Rev. Tbc 60, 2, 149 (1949)
Wenzl M.: Lang. Arch. u. dsch. Z. Chir. 279, 605 (1954)
Wenzl M.: Wien. Klin. Wschr. 62, 712 (1950)

Zaeper G. u. W. Wolf: Beitr. Klin. Tbk. 92, 487 (1939)

Lebenslauf

Am 3. Mai 1929 wurde ich, Olga Plhal, als Tochter des Bankbeamten Alfred Plhal und seiner Ehefrau Maria, geb. Holeschofsky, in Leipnik in Mähren geboren.

Ich besuchte die Oberschule für Mädchen in Brünn und Olmütz sowie die Oberrealschule in Schwandorf in Bayern, an der ich am 13. Juli 1950 das Reifezeugnis erwarb.

Im Wintersemester 1950/51 begann ich mein medizinisches Studium an der Universität München. Seit dem Sommersemester 1952 studierte ich in Würzburg, wo ich am 28. April 1953 die ärztliche Vorprüfung ablegte und am 22. August 1956 das medizinische Staatsexamen bestand.

Anschließend befaßte ich mich mit der Fertigstellung meiner Dissertation.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Olga Plhal